

Grado Universitario

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

Curso 2018-2019

*Trabajo Fin de Grado*

# “Auditoría de las fuentes de energía eléctricas españolas”

---

**Jorge Pérez Valhondo**

Tutor

Dra. María Teresa Pérez Prior

Madrid, Marzo de 2019



## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a la oportunidad que me brindó Teresa al acoger un Trabajo de Fin de Grado, por su compromiso, por su apoyo, por su sacrificio porque este proyecto salga adelante y por haber estado tan implicada a la hora de necesitarla. Es un honor que finalices mi etapa como estudiante guiándome en un proyecto inventado por mí.

Gracias por las trabas y las dificultades que la vida me ha puesto hecho llegar hasta aquí que me convirtiéndome en la persona que soy.

Gracias a los amigos que a día de hoy siguen y celebran mis éxitos como si fuesen suyos, me apoyan y ahogan las penas conmigo

Gracias a mi hermana por acompañarme en muchas tardes y por su apoyo. Gracias a mi yaya por confiar siempre en mí. Gracias a mis padres por enseñarme que en esta vida te puedes levantar de tus caídas, de que se puede poner una sonrisa en los malos momentos y siempre hay que seguir hacia adelante y nunca estancarse. Por forjarme como la persona que soy ahora y estar de la mano en todos mis logros. Gracias por enseñarme a ser fuerte, por motivarme y enseñarme a ser paciente, perseverante y por apoyarme en este periodo de mi vida. Gracias por estar a mi lado. Sobre todo, gracias a ti mamá por escucharme y ayudarme siempre.

Dedicárselo a mi familia y en especial a mi yayo, que allá donde estés puedas estar orgulloso de mí.

## **RESUMEN**

El consumo energético es el resultado de la evolución humana debida al aumento de la población global ligada al aumento del nivel de vida. Dicho resultado ocasiona una repercusión sobre el medio ambiente, la economía y la sociedad. A día de hoy, en España conviven diferentes tecnologías de producción de energía eléctrica. Así pues, en este trabajo se determinan las tecnologías de generación de eléctrica y sus impactos medioambientales. Posteriormente se analizan dos de ellas y se analiza el cambio de una por otra. Los resultados de la comparación reflejan que a día de hoy no estamos preparados para depender en su totalidad de las energías renovables pero hacen necesario la transición energética hacia ellas.

Palabras clave España, generación de electricidad, impacto ambiental, producción de energía, fuente renovable

## **ABSTRACT**

Energy consumption is the result of human evolution due to the increase in the global population linked to the increase in the standard of living. This result causes an impact on the environment, the economy and society. Today, in Spain there are different technologies for the production of electricity. Thus, in this work the electric generation technologies and their environmental impacts are determined. Subsequently, two of them are analyzed and the change of one by another is analyzed. The results of the comparison show that today we are not prepared to depend entirely on renewable energies but they do need the energy transition towards them.

Keywords Spain, electricity generation, Environmental impact, energy production, renewable source

# **ÍNDICE**

<b>1. <u>Introducción:</u></b>	10
1.1. Contexto histórico: Ser humano y la energía eléctrica	10
1.2. Historia de la luz eléctrica en España	13
1.3. La energía y el crecimiento de la economía	15
1.4. Objetivo del trabajo	17
<b>2. <u>Informe del Sistema Eléctrico en España</u></b>	18
2.1. Dependencia con otros países	19
2.2. Como se obtiene en España y potencia generada	21
2.3. Problemas socio-económicos	24
2.4. Emisiones de dióxido de carbono	26
2.5. ¿Cómo actúa el sistema eléctrico?	29
<b>3. <u>Fuentes de obtención de energía eléctrica</u></b>	32
3.1. Eólica	33
3.2. Solar	35
3.3. Nuclear	37
3.4. Hidráulica	38
3.5. Carbón	40
3.6. Ciclo combinado de agua y gas	41
3.7. Cogeneración	42
3.8. Energía del mar	43
<b>4. <u>Índices de contaminación</u></b>	43
4.1. Emisiones	43
4.2. Agua	47
4.3. Nivel de dependencia	48
4.4. Residuos	49
4.5. Regulación	51
4.6. Agotamiento de existencias	52
4.7. Densidad energética eléctrica	53
4.8. Final de vida útil	54

<b>5. <u>Criterios de evaluación</u></b>	55
5.1. Eficiencia energética	55
5.2. Análisis de ciclo de vida	56
5.3. Huella de carbono	56
<b>6. <u>Análisis de impactos medioambientales</u></b>	57
<b>7. <u>Impacto socioeconómico</u></b>	60
<b>8. <u>Declaración ambiental</u></b>	60
8.1. Declaración ambiental de un parque solar	61
8.2. Declaración ambiental de una central térmica convencional	71
8.3. Viabilidad de cambio general	83
<b>9. <u>Conclusiones</u></b>	87
<b>10. <u>Bibliografía</u></b>	90
<b>11. <u>Legislación y jurisprudencia</u></b>	100

## **Índice de figuras**

**Figura 1.** Influencia de la revolución industrial en la concentración de dióxido de carbono presente en la atmósfera.

**Figura 2.** Datos de El País que muestran el consumo de energía primaria en el mundo

**Figura 3.** Participación de gases efecto invernadero en los periodos descritos.

**Figura 4.** Fachada de la primera farmacia en la que se utilizó electricidad.

**Figura 5.** Evolución histórica de la generación eléctrica en España

**Figura 6.** Relación entre el desarrollo humano y la aparición de la electricidad.

**Figura 7.** Consumo de electricidad relacionado con el aumento del PIB. Fuente INE

**Figura 8.** Generación de energía peninsular en el mes de agosto 2018

**Figura 9.** Grado de dependencia energética de los países de la UE

**Figura 10.** Fuente Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital acerca del consumo de energías primarias en España en el año 2015

**Figura 11.** Grafico obtenido del periódico El País que compara el número de importación y exportación en el primer semestre de 2018.

**Figura 12.** Variación de potencia instalada desde 2007-2016.

**Figura 13.** Países europeos con pobreza energética.

**Figura 14.** Efecto de la pobreza energetica en la sociedad española.

**Figura 15.** Emisiones de CO<sub>2</sub> en paises de la UE.

**Figura 16.** Evolución de emisiones de gases de efecto invernadero en los ultimos diez años en España segun informa El País. Fuente: Comisión Europea.

**Figura 17.** Efecto del crecimiento del PIB al aumento de emisiones de CO<sub>2</sub>. Fuente BDE, REE, ENAGAS, CORES.

**Figura 18.** Mapa mundial sobre la concienciacion de los paises de reducir emisiones.

**Figura 19.** Agentes que participan en el suministro de energía eléctrica hasta 2003.

**Figura 20.** Precio del kWh en los países de la UE.

**Figura 21.** Evolución de los costes regulados en el precio de la electricidad. Fuente: CNMC.

**Figura 22.** Distribución porcentual de la obtención de energía en España. Fuente: REE

**Figura 23.** Evolución de potencia instalada en España. Fuente: REE

**Figura 24.** Evolución de generación eólica en España 2004-2017. Fuente: REE

**Figura 25.** Potencia solar fotovoltaica instalada en España. Fuente: Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC).

**Figura 26.** Distribución de la potencia solar instalada en España. Fuente: Datos de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC).

**Figura 27.** Variación de la dependencia energética de España con el exterior. Fuente APPA

**Figura 28.** Relación entre el territorio ocupado en m<sup>2</sup> y la potencia instalada en MW.

**Figura 29.** Costes asociados con el desmantelamiento al acabarse la vida útil de una central. Elaboración propia

**Figura 30.** Valores acumulados de los indicadores ambientales para cada tecnología de producción eléctrica (elaboración propia)

**Figura 31.** Evaluación sobre la huella de carbono y el ACV. (Elaboración propia)

**Figura 32.** Mapa de las horas de sol punta en España. [82]

**Figura 33.** Comparativa del precio del fueloil 2013-2017[88]

**Figura 34.** Comparación de los indicadores ambientales de ambas tecnologías.



## **Índice de tablas**

**Tabla 1.** Tabla obtenida de la REE sobre la potencia instalada nacional en MW

**Tabla 2.** Tabla obtenida de la REE sobre la generación anual de energía. Fuente REE.

**Tabla 3.** Potencia fotovoltaica acumulada hasta 2016. Fuente: Snapshot of global PV Markets.

**Tabla 4.** Centrales nucleares con la potencia instalada. Fuente: Foro Nuclear

**Tabla 5.** Variación de potencia instalada de energía hidráulica en España. Fuente REE

**Tabla 6.** Variación de producción hidráulica acentuando el año 2016 donde ocurrió la sequía que origino una caída en la producción de energía eléctrica por esta fuente.

**Tabla 7.** Centrales de carbón con su potencia instalada y su producción eléctrica bruta. Fuente: Unesa.

**Tabla 8.** Potencia instalada en los años y consumo anual en los años 2016 y 2017. Fuente REE.

**Tabla 9.** Potencia instalada y generación de energía eléctrica a través de la cogeneración. Fuente Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC)

**Tabla 10.** Comparación de emisiones entre el ciclo combinado y el carbón.

**Tabla 11:** Emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la generación en España en el periodo 2015-2018. Fuente REE.

**Tabla 12.** Generación de residuos directos de las principales centrales nucleares de España.

**Tabla 13.** Balance energético del efecto de las pérdidas en la red. Fuente Unesa.

**Tabla 14.** Evaluación de costes por KWh de cada tecnología. (Elaboración propia)

**Tabla 15.** Evaluación de costes por KWh de cada tecnología. (Elaboración propia)

**Tabla 16.** Elaboración propia con datos obtenidos del ITS Ingeniería de Caminos.

**Tabla 17.** Emisiones de dióxido de carbono en la construcción de módulos fotovoltaicos.

**Tabla 18.** EPBT de un panel solar. Fuente: CERN

**Tabla 19.** Emisiones de CO<sub>2</sub> en toneladas que produce la fabricación de los distintos tipos de paneles solares.

**Tabla 20.** Emisión de gases a lo largo de su ciclo de vida.

**Tabla 21.** Generación de residuos a lo largo de ciclo de vida.

**Tabla 22.** Utilización de materiales para fabricar paneles solares.

**Tabla 23.** HSP de España en la provincia de cuenca con su correspondiente grafico meses y  $\text{kwh/m}^2$

**Tabla 24.** Características técnicas del panel utilizado en la instalación.

**Tabla 25.** Cálculo de potencia pico por panel y la potencia total pico de la instalación en cada mes. Elaboración propia.

**Tabla 26.** Costes de la producción de energía en una central térmica. Datos obtenidos del ITS Ingeniería de Caminos.

**Tabla 27.** Evolución de emisiones de  $\text{CO}_2$ . Fuente: impacto ambiental elaborado por ENDESA

**Tabla 28.** Variación de emisiones de  $\text{NO}_x$  desde el año 2013 al 2017. Fuente: PRTR España.

**Tabla 29.** Variación de emisiones de  $\text{SO}_x$  desde el año 2013 al 2017. Fuente: PRTR España.

**Tabla 30.** Emisión de gases contaminantes en el año 2017. Fuente: PRTR España.

**Tabla 31.** Variación del consumo de agua desde el año 2013 al 2017. Fuente: PRTR España.

**Tabla 32.** Consumo y costes de fueloil en el año 2017.

**Tabla 33-** Variación de producción de potencia eléctrica en los últimos 5 años

**Tabla 34-** Variación de consumo de potencia eléctrica en los últimos 5 años

**Tabla 35.** Relación entre producción y consumo para evaluar la eficiencia energía de la central

**Tabla 36.** Variación de la cantidad de residuos peligrosos y no peligros generados en los años comprendidos entre el 2013 y el 2017. [86]

**Tabla 37.** Valores límites anuales de la presencia de gases contaminantes en el aire medidos en  $\text{g/Nm}^3$

**Tabla 38.** Valores anuales de gases contaminantes medidos en el aire procedente de reacciones de combustión.

**Tabla 39.** Comparativa de costes de producción de los dos tipos de generación de energía. Elaboración propia.

**Tabla 40.** Comparativa de costes de producción de los dos tipos de generación de energía. Elaboración propia.

**Tabla 41.** HSP de España en la isla de La Palma de Gran Canaria con su correspondiente grafico meses y  $\text{kW h/m}^2$  [78]

## **1-Introduccion:**

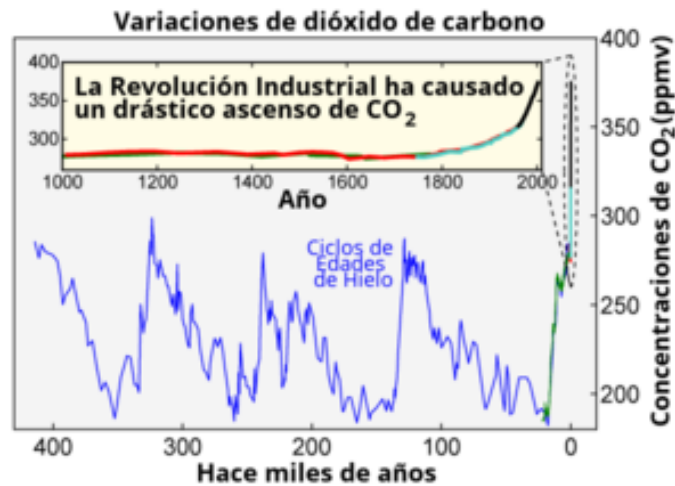
### **1.1 Contexto histórico: Ser humano y la energía eléctrica**

La RAE define el concepto de energía como “la capacidad de realizar un trabajo”. [1]

Se debe observar que la energía está presente en todo momento en nuestra vida y se lleva utilizando desde la Antigüedad [2]. El ser humano utilizaba el sol para secar pieles; quemaba madera para obtener calor y poder cocinar; iluminaba sus hogares o transportaba objetos pesados que, en sus orígenes, recaía en el ser humano o en animales, hasta el descubrimiento de los combustibles fósiles. [3]

En los siglos XVIII y XIX se lograron diferentes éxitos científicos y tecnológicos. Entre ellos se encuentra el descubrimiento de la energía eléctrica, por Alessandro Volta, Charles de Coulomb o André Ampere, entre muchos otros. [4] En el siglo XIX, aparecieron, gracias a la energía eléctrica, la radio, el teléfono ampliando así el campo de las telecomunicaciones. [6] Thomas Édison encontró la manera de que 59 personas disfrutaran de una corriente continua en Nueva York a finales del siglo XIX compitiendo así con su camarada Nicola Tesla, descubridor de la corriente alterna, por ver cuál de las dos corrientes era más segura y más eficaz. A lo largo del siglo XX, se distribuyeron por todo el mundo las redes eléctricas produciendo así una mejora de la vida a nivel mundial, que empezó a suponer una serie de desigualdades a nivel social. [2]

La revolución industrial conllevó una gran cantidad de cambios sociales, económicos, tecnológicos y culturales. Sin embargo todo proceso industrial trae consigo impactos medioambientales. Así, la quema de combustibles fósiles que se llevaba a cabo para utilizar las máquinas que se movían con vapor, emitían gases contaminantes tales como dióxido de carbono, óxido de azufre u óxido de nitrógeno a la atmósfera y, como puede observarse en la Figura 1, el aumento de CO<sub>2</sub> es claramente significativo. [5]



**Figura 1.** Influencia de la revolución industrial en la concentración de dióxido de carbono presente en la atmósfera. [5]

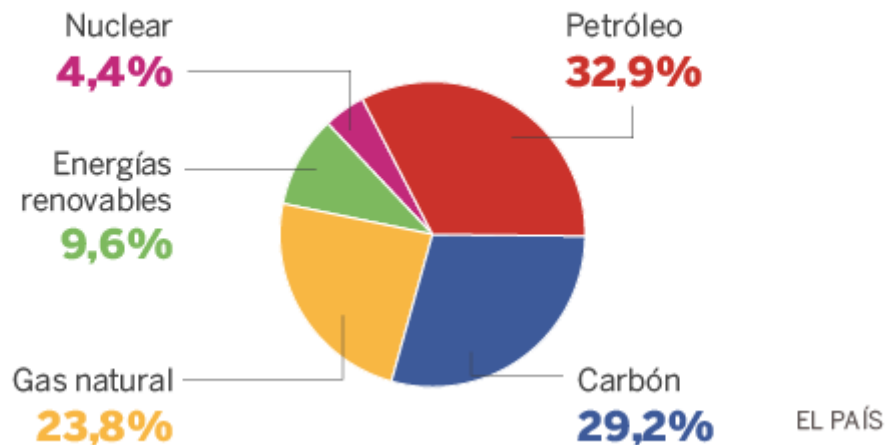
Según los expertos, la cantidad de contaminantes de esa época sigue afectando a ríos, acentuando el cambio climático y destruyendo la fauna y la flora. [6]

Sin embargo, el tema de los contaminantes no supuso una preocupación de la sociedad hasta los años 70, cuando la crisis petrolífera que tuvo lugar hizo que, aparte de concienciación con el medio ambiente que quedó patente, se intentarían buscar fuentes de energía alternativas para evitar una futura catástrofe y no depender de estos combustibles fósiles.

Estas nuevas formas de obtención de energía tenían como objetivo disminuir los contaminantes acusados por el uso de combustibles fósiles. Entre ellas encontramos la energía solar, eólica, mareomotriz, nuclear entre muchas otras que, a pesar de considerarse energías renovables, no llegan a ser limpias del todo.

No obstante, tal y como se muestra en el siguiente gráfico, obtenido de El país (Figura 2) se aprecia que los combustibles fósiles a día de hoy siguen teniendo un gran peso en la obtención de energía dejando en segundo plano a las energías renovables.

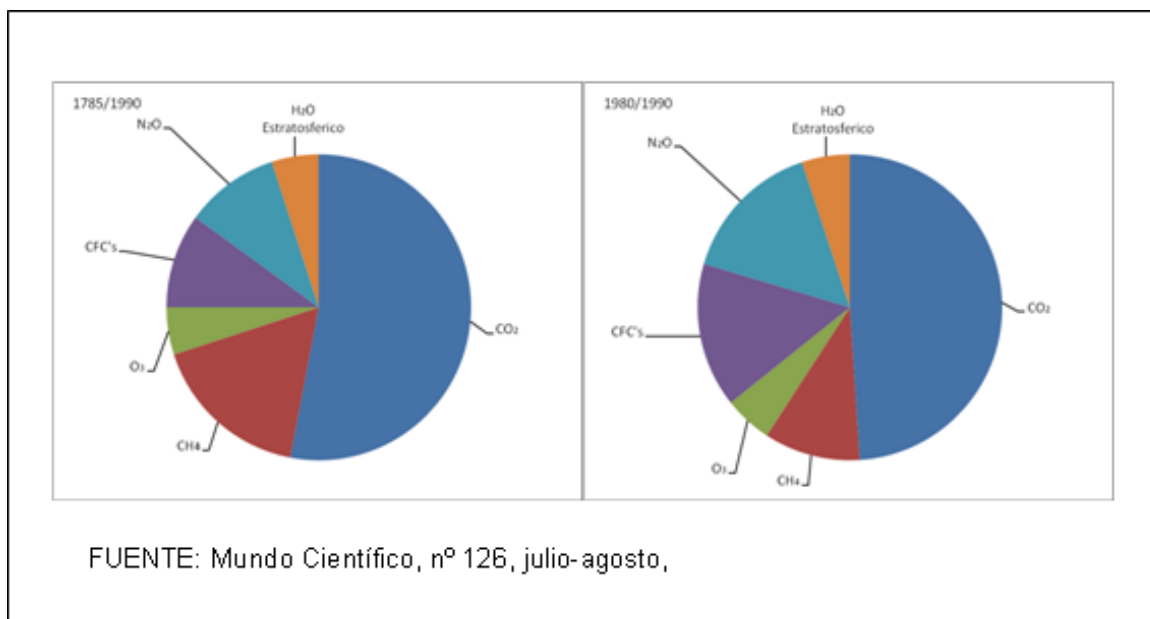
## CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA EN EL MUNDO



**Figura 2.** Datos de El País que muestran el consumo de energía primaria en el mundo [7]

Según Marta Romero, en el artículo “¿Concienciados con el medio ambiente? “, escrito para el periódico El Diario, comenta el bajo nivel de preocupación que muestran los españoles por los problemas del medio ambiente. Solo un 14,8 % de personas dice sentir interés y preocupación frente a un 46,3% que no muestran suficiente preocupación. El 35% restante no muestra ningún interés. [8]

En la Figura 3 observamos la cantidad de gases contaminantes durante la revolución industrial y lo que ha variado hasta finales de siglo XX, que, a pesar de reducir el CO<sub>2</sub> apenas ha habido un cambio drástico mientras que otros gases que fomentan el efecto invernadero han crecido debido a la continua quema de combustibles fósiles, ya sea para obtener energía, para el transporte o para la agricultura. [9]



**Figura 3.** Participación de gases efecto invernadero en los periodos descritos. [9]

## 1.2- Historia de la luz eléctrica en España.

La electricidad apareció por primera vez en España [10] en 1852. Año en el que Domenech, farmacéutico de profesión, pudo alumbrar su botica en Barcelona (Figura 4). Pero no fue hasta 1875 que se alumbró las ramblas y ciertas partes de Barcelona. A la par, en Madrid, comenzó un proyecto de iluminación en la Plaza de la Armería y en el Congreso de los Diputados. Fue en este momento cuando se empieza a iniciar la era eléctrica en España fundándose así la Sociedad Española de Electricidad, primera compañía eléctrica española.



**Figura 4.** Fachada de la primera farmacia en la que se utilizó electricidad. [11]

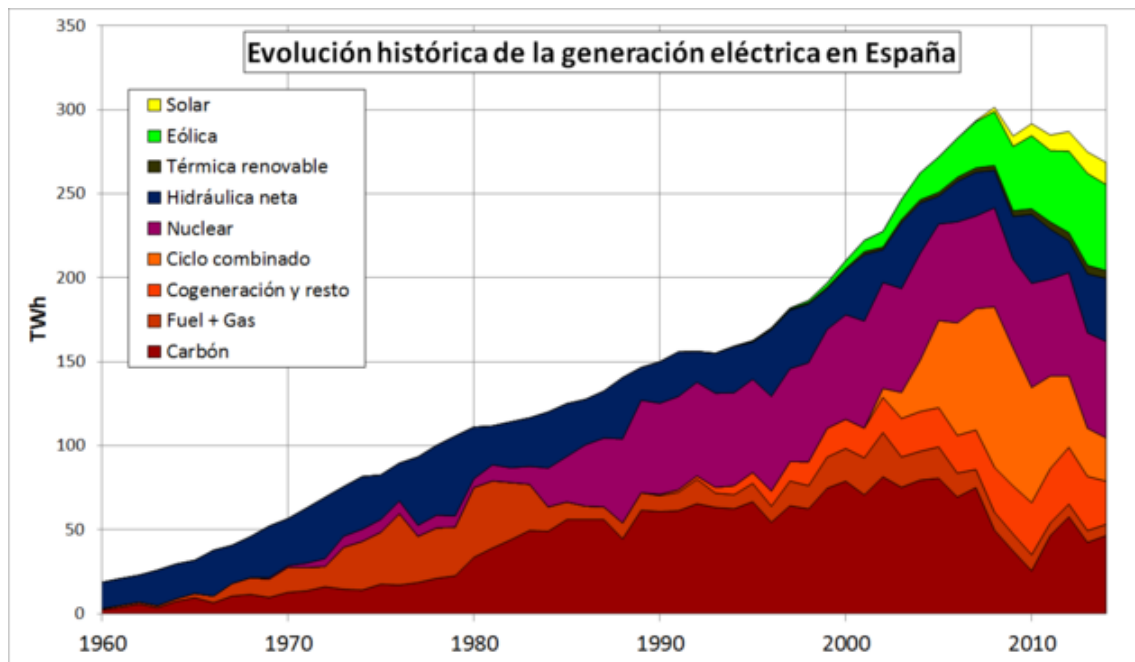
El comienzo de esta era supuso el fin de la iluminación por gas salvo en casos extremos. Uno de los principales problemas fue el del transporte de electricidad a grandes distancias. No fue hasta mediados del siglo pasado cuando se empezó a utilizar la energía alterna, produciéndose así una gran expansión eléctrica. En 1918-1919 se produjo un aumento de potencia instalada alcanzando así los 2000 MW. [12]

Una de las principales fuentes de energía utilizadas era la hidráulica, por lo que se empezaron a desarrollar empresas a comienzos de siglo con la intención de explotar esta fuente. Sin embargo, este tipo de empresas eran muy costosas y de grandes proporciones y, cuyo proceso se estancó por la sequía de los años 40 y por la Guerra Civil Española.

Tras la guerra civil española, y debido al aumento de demanda energética, todas las compañías eléctricas del país decidieron agruparse en una sola empresa llamada Unidad Eléctrica SA, cuya meta era amplificar y potenciar la red eléctrica española originando un futuro monopolio durante la dictadura de Franco. [12]

En la Figura 5 se aprecia como los orígenes de la generación eléctrica en España fue principalmente hidráulica y quema de combustibles fósiles pero no es hasta los años 70 cuando no se empieza a potenciar otra alternativa como la nuclear. Observamos que a principio de siglo ya comienzan a introducir energías renovables como la solar y la eólica.

Finalmente hasta el año 1997 no se puede hablar de una “independencia” en el sector eléctrico mediante la Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico y la aparición del Mercado eléctrico español, que se encarga de subastar la electricidad obtenida por las energías nuclear en primer lugar hasta llegar a las renovables y finalmente las producidas por combustibles fósiles. Así es como se marca el precio de todas las energías. [14]



**Figura 5.** Evolución histórica de la generación eléctrica en España [13]

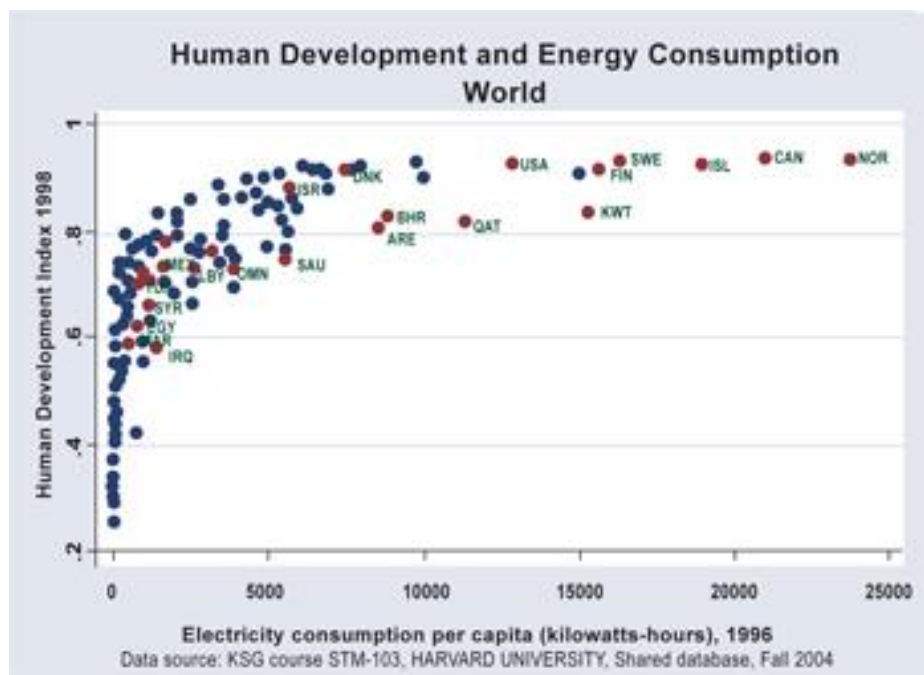
### 1.3- La energía y el crecimiento de la economía

La energía es un bien necesario para que pueda haber un crecimiento económico en un país. Esto se debe a que las labores que lleva a cabo la sociedad en el día a día requieren energía. Con esto podemos hacer dos diferenciaciones claras: los países donde se puede acceder a la energía fácil se conocen como países desarrollados frente a los países menos desarrollados donde no es accesible o no poseen servicios energéticos. [15]

Debido a la escasez de estos servicios energéticos, es muy difícil que puedan crecer esos países. Ya que se demuestra que cuanto menor energía usen, menor será el crecimiento de la población.

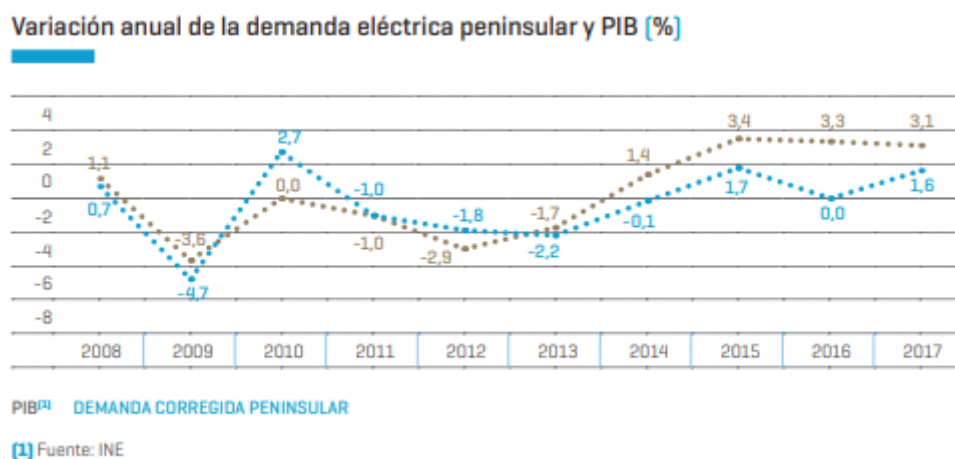
A través del índice de desarrollo humano asociando el uso de la energía eléctrica se puede apreciar un claro desarrollo (véase Figura 6).





**Figura 6.** Relación entre el desarrollo humano y la aparición de la electricidad. [15]

También España, en el 2017, experimentó un aumento del 3,1% en el Producto Interior Bruto del país, el cual continúa creciendo con cada año provocando un aumento del consumo de electricidad como se muestra en la Figura 7. [16]



**Figura 7.** Consumo de electricidad relacionado con el aumento del PIB. Fuente INE [16]

## **1.4- Objetivo del trabajo**

Desde el origen de la energía hasta la actualidad, la sociedad se ha visto sumergida en multitud de cambios que han provocado una mejora de las condiciones de vida con el consiguiente aumento del consumo per cápita. Detrás de todas estas mejoras se encuentran distintos descubrimientos tecnológicos, mejoras de infraestructuras, políticas renovadas y factores medioambientales negativos.

La sociedad global desconoce o ignora las formas de producción eléctrica y los efectos negativos que producen, tanto económicos, como medioambientales, sin descartar la repercusión que tienen en la salud de los seres vivos. Muchos de estos efectos tienen consecuencias a largo plazo como puede ser la muerte, el fin de los recursos o la destrucción del medio que nos rodea.

Así pues, en este proyecto se describe cómo actúa el sistema eléctrico y la procedencia de la electricidad, evaluando a su vez los impactos medioambientales que producen las distintas fuentes de generación eléctrica.

Con el objeto de evaluar la influencia del tipo de fuente de energía en el impacto ambiental que supone un proceso de generación eléctrica, se muestra el funcionamiento de dos centrales, una de ellas utiliza una fuente renovable de energía y la otra una no renovable. Mediante el empleo de indicadores ambientales se justifica, desde el punto de vista medioambiental, si la implementación de fuentes de energía renovables resulta viable.

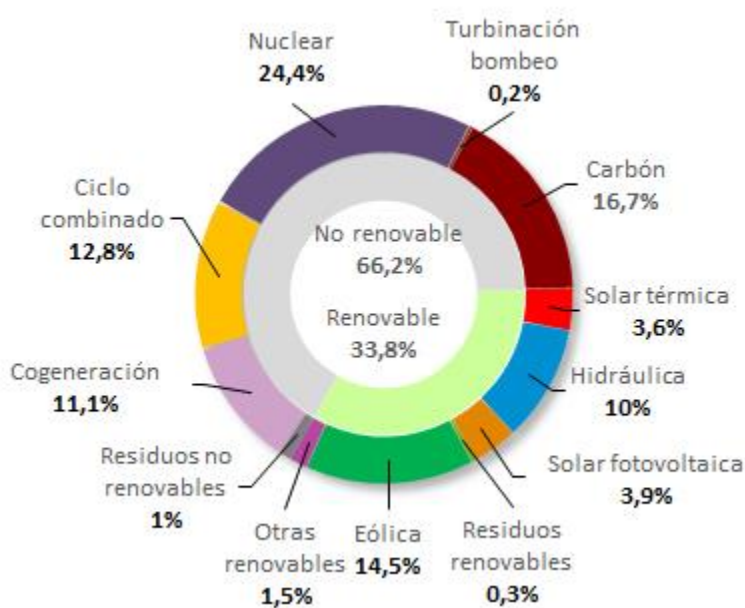
## **2-Informe del Sistema Eléctrico en España**

Según la afirmación de Lavoisier, la energía ni se crea ni se destruye, se trasforma de una forma a otra o se transfiere de un cuerpo a otro pero en su totalidad permanece constante como por ejemplo la combustión de materiales que da lugar a energía calorífica.

El sistema eléctrico español [17] está compuesto por instalaciones con diferentes técnicas de modificación de energía y su posterior transporte. Partiendo de energía primaria, que se entiende por el uso de los materiales que se encuentran en el medio ambiente ya sea madera, carbón, viento o sol hasta su posterior consumo, conocida como energía final, que se ha transportado desde las diferentes instalaciones existentes y trasladadas hasta los puntos de consumo. [18]

Así pues, en España existen diferentes instalaciones que usan energía primaria y las más utilizadas a día de hoy son las centrales nucleares, las centrales hidráulicas, centrales térmicas y parques eólicos.

En el grafico obtenido de la REE (Figura 8) se observa que la energía nuclear tiene el mayor peso con un 24,4 % de la producción, seguida del carbón con un 16,7 % cuya suma es menor que el uso de energías renovables en su totalidad.

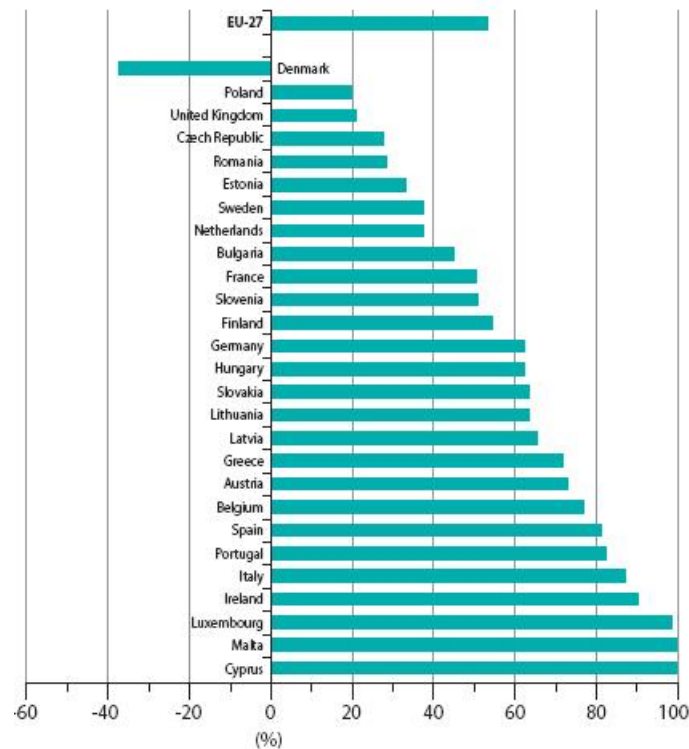


**Figura 8.** Generación de energía peninsular en el mes de agosto 2018 [19]

### **2.1- Dependencia energética con otros países**

Respecto a este punto, nuestro país depende de la energía de otros países pertenecientes a la Unión Europea y fuera de ella. España importa el 98% de petróleo y casi el 97% de gas natural, proveniente de Nigeria o Argelia, el cual se utiliza para la obtención de energía eléctrica y energía

calorífica. Estas dos fuentes son las más consumidas y por ello nuestra dependencia con otros países es tan alta frente a un 52 % otros países de la UE (Figura 9). [20]



**Figura 9.** Grado de dependencia energética de los países de la UE [21]

Esto se debe a que España no tiene forma de obtener petróleo o gas natural y por ello los contribuyentes deben pagar por la electricidad una de las tarifas más costosas de toda Europa.

La procedencia de esta dependencia se debe a un cúmulo de fallos que se llevan realizando en los últimos 60 años. En los años sesenta, en pleno desarrollo de la industria de España, se debía hacer un proyecto económico ya que las centrales hidroeléctricas no eran suficientes para abastecer a todo el territorio, por lo que se comienzan a crear centrales térmicas y nucleares. [22]

Sin embargo, con la llegada de la crisis del petróleo España frena ese proyecto y se aleja de ese desarrollo. Para evitar el cierre de las empresas eléctricas, instauran un impuesto eléctrico para intentar solucionar los errores cometidos y este hecho conlleva una subida del precio de la electricidad.

No es hasta 2004 hasta que no empiezan planes para fomentar las energías renovables, con ayudas para la construcción de este tipo de plantas pero no tanto como se debería, debido a diferencias con otros países.

Y a pesar de que otros países están evitando seguir conectados a los combustibles fósiles y así reducir la contaminación que producen mediante el desarrollo tecnológico de las fuentes renovables, España continúa apostando por ellas (véase Figura 10).



**Figura 10.** Consumo de energías primarias en España en el año 2015 [23] (Fuente Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital)

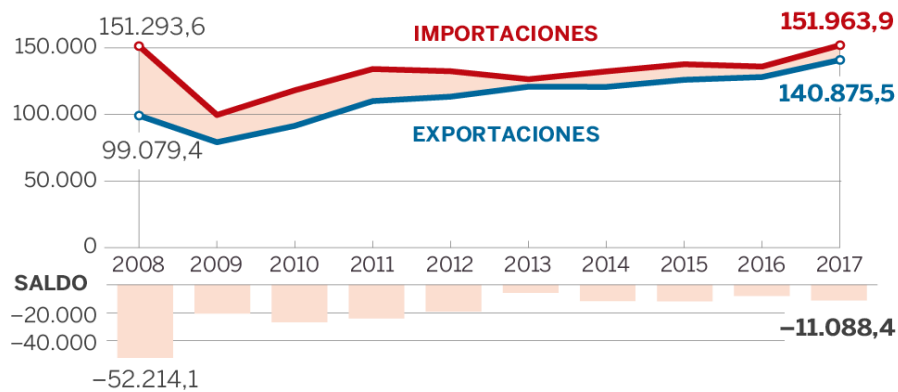
Observamos que los combustibles fósiles seguían siendo en el año 2015 los más consumidos por España y, al carecer de yacimientos, los más importados ocasionado un gran gasto energético y contaminante a su vez.

Le sumamos a estos datos, la baja calidad del carbón español. Este combustible procedente de minas de España tiene un 35% menos de poder calorífico y un 30% más de azufre, produciendo que el 80% del carbón que se utiliza en las centrales térmicas se importe de países como Colombia el 34%, Indonesia 21%, Rusia 19%, Sudáfrica 10%, EEUU 9% y Australia 7%). [24]

Así pues, a día de hoy, se han registrado datos en los que España ha importado de países foráneos en el primer semestre del año 2018, un 10% más que el año anterior (Figura 11) que ya era uno de los picos más altos jamás alcanzados, habiendo un déficit entre los que importamos y los que exportamos. [25]

### COMERCIO EXTERIOR

Primer semestre de cada año. En millones de euros



Las cifras de 2016 y 2017 son provisionales.

Fuente: Ministerio de Economía. EL PAÍS

**Figura 11.** Grafico obtenido del periódico El País que compara el número de importación y exportación en el primer semestre de 2018. [26]

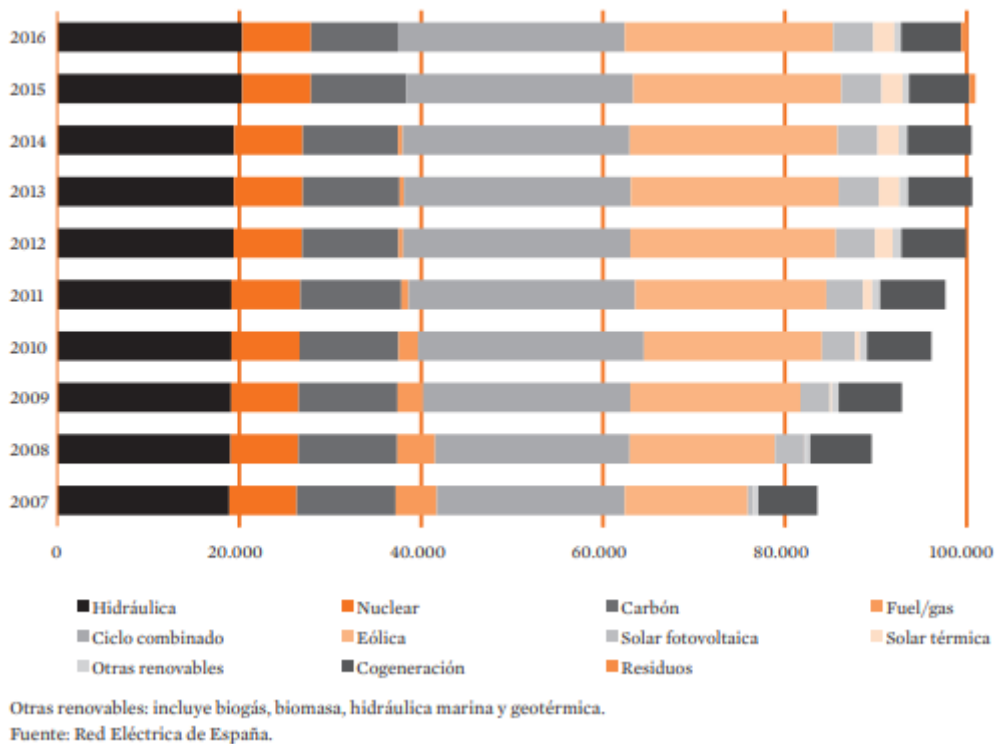
En el grafico obtenido del periódico El País, se observa que hay muchas más importaciones que exportaciones ocasionando un déficit de 11 mil millones de euros y aumenta progresivamente debido a la recuperación económica tras la crisis española cuyo *boom* fue en el 2009 como puede observarse en la gráfica.

## 2.2- Potencia instalada y generación

La potencia instalada se refiere a lo que son capaces de producir todas las fuentes de energía a la vez, situación utópica, ya que no se van a usar todas al mismo tiempo debido a que la demanda no lo exige o que por motivos ambientales no sea posible debido a la falta de viento, de sol, de oleaje, etc.

Respecto a la generación de energía a través de las fuentes podemos observar el gráfico obtenido del Informe 4/2017 (Figura 12) sobre el sector eléctrico español que muestra la variación de potencia instalada en España de las diferentes fuentes de energía eléctrica. [27]

**GRÁFICO 3. EVOLUCIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA POR FUENTES, 2007-2016 (MW)**



**Figura 12.** Variación de potencia instalada desde 2007-2016. [27]


Desde que comenzó el siglo XXI la potencia instalada en la península ha doblado su valor en 16 años con una cifra de 1000.059 MW gracias a la energía eólica y en parte a la solar. “La potencia instalada, cuya definición es la capacidad total de generar energía eléctrica”, se situaba a 31 de diciembre de 2016 en el sistema eléctrico nacional en 104.664 MW, de los cuales, 100.059 MW pertenecen a lo generado en la península y al resto en las islas”. [27]

Respecto a la potencia instalada en España, al cierre del 2017 donde se han obtenido datos publicados por la Red Eléctrica Española, se han obtenido que ha habido un descenso de la potencia instalada mientras que el uso de las energías renovables ha hecho que el resto de los países noten una subida de la misma. [28]

Un descenso así puede atribuirse a que la central nuclear de Santa María de Garoña se ha cerrado finalmente, ya que no se utilizaba desde hace más de cinco años.

También se debe a la baja producción de energía renovable que han marcado los peores registros desde hace años. Uno de los motivos ha sido la disminución del uso de energía hidráulica debido a la sequía del país y, sumándole que España sigue sin potenciar estas fuentes, el único modo de obtener electricidad es usar el petróleo o gas. [28]

**Tabla 1.** Tabla obtenida de la REE sobre la potencia instalada nacional en MW [28]


	<b>RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA</b>	<b>Potencia instalada nacional (MW)</b>		
		2016	2017	2018
Hidráulica convencional y mixta		17.035	17.032	17.051
Bombeo puro		3.329	3.329	3.329
Hidráulica		20.363	20.360	20.380
Nuclear		7.573	7.117	7.117
Carbón		10.004	10.004	10.004
Fuel + Gas		2.490	2.490	2.503
Ciclo combinado		26.670	26.670	26.284
Hidroeólica		11	11	11
Resto hidráulica <sup>(1)</sup>		-	-	-
Eólica		23.052	23.132	23.186
Solar fotovoltaica		4.686	4.687	4.702
Solar térmica		2.304	2.304	2.304
Térmica renovable/Otras renovables <sup>(2)</sup>		857	858	863
Térmica no renovable/Cogeneración y resto/Cogeneración <sup>(3)</sup>		5.994	5.828	5.826
Residuos no renovables <sup>(4)</sup>		497	497	497
Residuos renovables <sup>(4)</sup>		162	162	162
<b>Total</b>		<b>104.664</b>	<b>104.122</b>	<b>103.840</b>

Así pues, la máxima potencia eléctrica instalada en España al cierre de agosto de 2018 ha sido de 103.840 MW, una cifra menor que la obtenida en años pasados (Tabla 1).

Así pues en la Tabla 2, relacionada con la generación anual de energía, podemos observar que las energías no renovables siguen teniendo un gran peso y a pesar de que en 2018 hayan disminuido, los años anteriores se han registrado datos demasiado elevados frente a las energías renovables. Un dato preocupante y que se debe tratar con la máxima brevedad posible.



**Tabla 2.** Tabla obtenida de la REE sobre la generación anual de energía. Fuente REE. [28]



**Estructura de generación anual nacional <sup>(1)</sup> (%)**

Sistema eléctrico: Nacional

Horizonte temporal: Anual

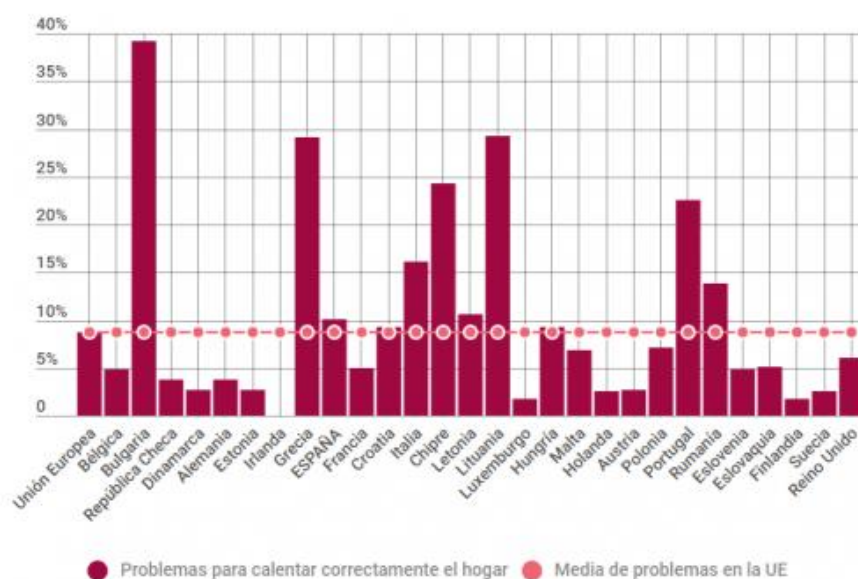
Periodo: 2014-2020

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Hidráulica	14,7	10,6	13,8	7,0	15,0	-	-
Turbinación bombeo	1,3	1,1	1,2	0,9	0,8	-	-
Nuclear	20,6	20,4	21,4	21,2	20,1	-	-
Carbón	16,2	19,7	14,3	17,2	12,9	-	-
Fuel + Gas <sup>(2)</sup>	2,3	2,4	2,6	2,7	2,6	-	-
Ciclo combinado <sup>(3)</sup>	9,3	10,9	11,1	14,1	10,4	-	-
Hidroeólica	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-
Eólica	19,2	18,0	18,2	18,3	19,4	-	-
Solar fotovoltaica	3,1	3,1	3,0	3,2	3,2	-	-
Solar térmica	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	-	-
Térmica renovable <sup>(4)</sup> /Otras renovables <sup>(5)</sup>	1,4	1,3	1,3	1,4	1,4	-	-
Cogeneración y resto <sup>(4)</sup> /Cogeneración	9,0	9,4	9,9	10,7	11,0	-	-
Residuos no renovables <sup>(6)</sup>	0,7	0,9	1,0	1,0	0,9	-	-
Residuos renovables <sup>(6)</sup>	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	-	-
<b>Generación renovable <sup>(7)</sup></b>	<b>40,6</b>	<b>35,2</b>	<b>38,5</b>	<b>32,2</b>	<b>41,3</b>	-	-
<b>Generación no renovable</b>	<b>59,4</b>	<b>64,8</b>	<b>61,5</b>	<b>67,8</b>	<b>58,7</b>	-	-

### 2.3- Problemas económico-sociales y pobreza energética

Citando a Reddy: la pobreza energética podría definirse como la “*falta de alternativas suficientes para acceder a unos servicios energéticos adecuados, económicos, fiables, seguros y ambientalmente sostenibles que permitan ayudar el desarrollo económico y humano*” [29]

En Europa, muchos países se encuentran en situación de pobreza energética, de los cuales uno de ellos es España, que se encuentra por encima de la media como se puede obtener en el siguiente gráfico (Figura 13). A pesar de no ser muy acentuado, es una situación grave por diversos motivos.

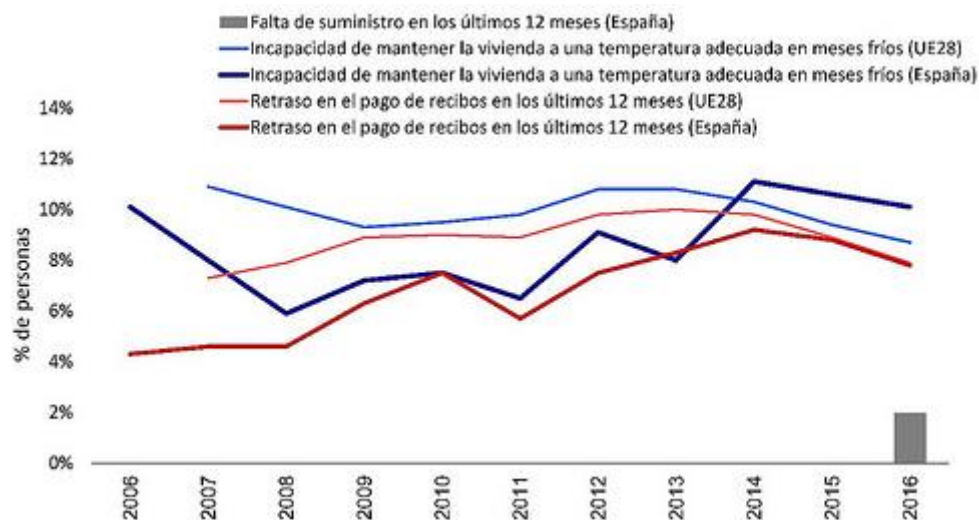


**Figura 13.** Países europeos con pobreza energética. [30]

En nuestro país, la energía eléctrica y el gas natural poseen un precio mayor que la media de los países europeos. Según datos del Eurostat, el precio del gas natural en 2016 fue un 123% más costoso que el promedio de la unión europea y el de la electricidad fue de un 140%. [31]

En primer lugar cabe destacar la intranquilidad y la ansiedad de la población por el aumento de precio del recibo de la luz, ya que, en la última década la factura ha aumentado un 70%. Esta situación ha provocado que un 10 % por de la población española, alrededor de cinco millones de personas, se encuentre en la denominada pobreza energética debido a que no pueden calentar su hogar, es decir, que no pueda llegar a una temperatura comprendida entre 18-21 °C, o no pueden pagar sus facturas de la luz [32].

En la Figura 14, se muestra un grafico en el que compara la variación de alguno de los rasgos mínimos de pobreza energética en España.



**Figura 14.** Efecto de la pobreza energetica en la sociedad española. [33]

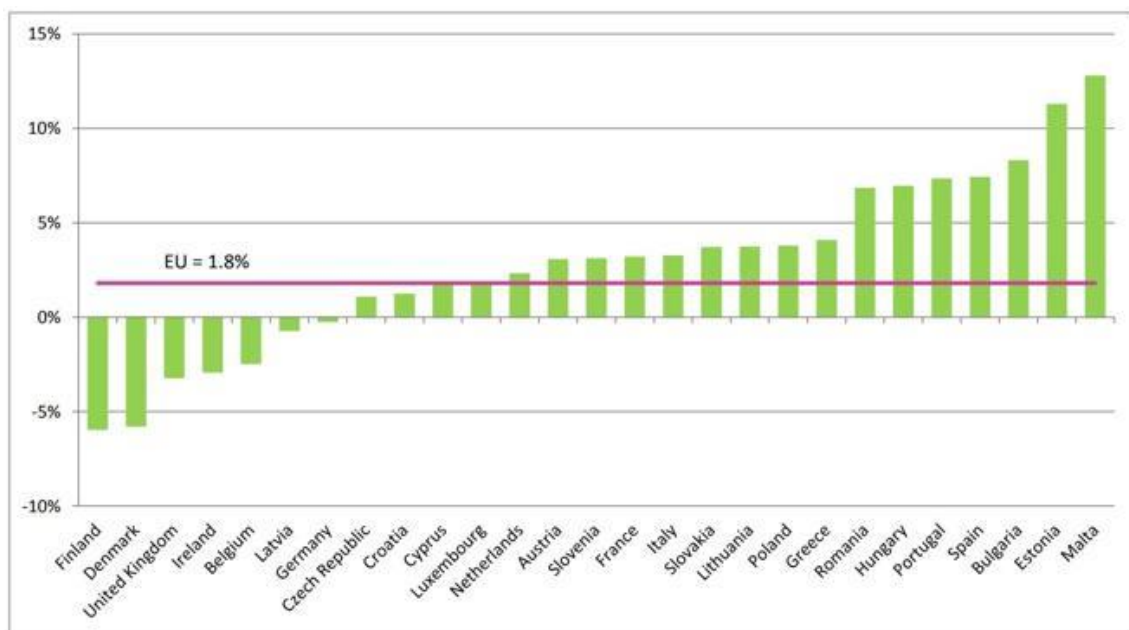
Esto puede atribuirse a que en esos hogares no pueden llegar a la renta mínima, estén desempleados y con familiares desempleados a su cargo. Esto provoca que el gasto por persona sea mayor y con los ingresos pertinentes no puedan invertirlos en la energía de la casa ya que suponen un alto coste.

Otro de los problemas se atribuye al mal aislamiento de la vivienda, ocasionando un mayor despilfarro de energía. Una solución a este problema sería una rehabilitación de los edificios pero debido a la escasez de fondos y a las rentas bajas se hace difícil poder realizarlo.

## 2.4- Emisiones de dióxido de carbono

Uno de los principales objetivos del país es analizar como puede reducirse la emisión de gases que provocan el efecto invernadero ya que el sector energético acumula alrededor de un 80% de dichos gases.

Como puede observarse en la Figura 15, las emisiones que España ha generado de dióxido de carbono aumentaron un 4,5% en 2017 en comparación con el año 2016 y éste ha sido el pico más alto desde que España participó en el Protocolo de Kyoto.

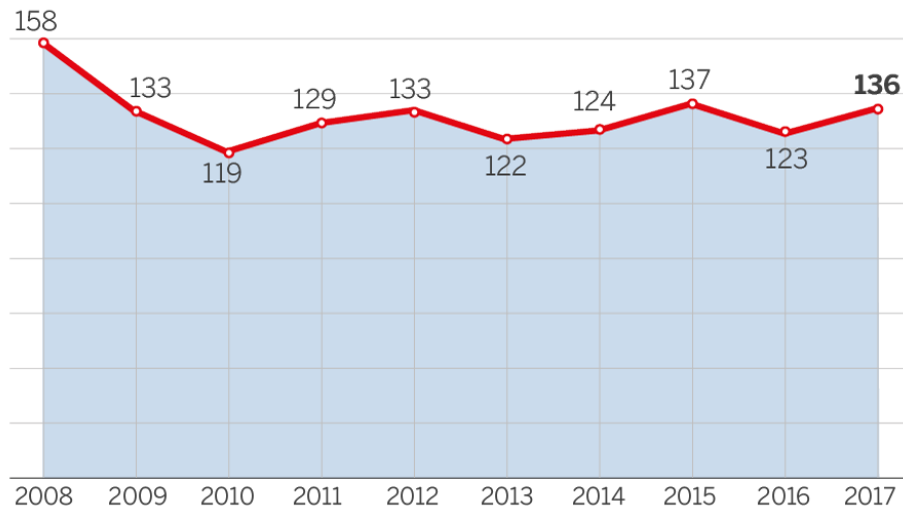


**Figura 15.** Emisiones de CO<sub>2</sub> en países de la UE. [34]

Según la Comisión Europea obtenidos de El País [35], podemos apreciar en la Figura 16, que en el pasado año, hubo un aumento de dióxido de carbono atribuido a la sequia del año pasado y a la paralización de energías renovables que España lleva sufriendo desde 2012 ya que no se pudo generar electricidad a través de los embalses y se utilizaron más los combustibles fósiles, en los que el carbón ha aumentado su participación en un 21%.

## EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LOS SECTORES ELÉCTRICO E INDUSTRIAL

En millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente

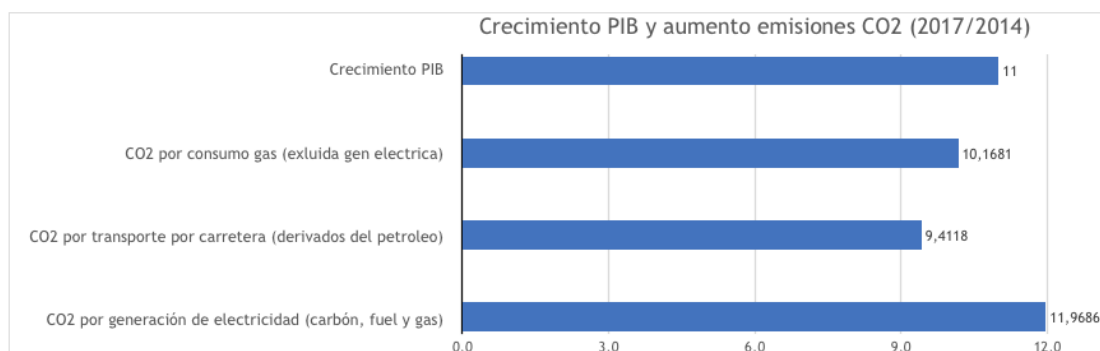


**Figura 16.** Evolución de emisiones de gases de efecto invernadero en los últimos diez años en España según informa El País. Fuente: Comisión Europea. [35]

Así según estos datos se produjo un descenso del 47% de la producción de energía hidroeléctrica y una expulsión de CO<sub>2</sub> de 340 millones de toneladas a la atmósfera según los datos proporcionados por el Ministerio de Transición de Ecología a Bruselas.

Sumándole también a este dato un aumento del PIB, los sectores eléctricos produjeron mayor dióxido de carbono, por el incremento de producción de energía eléctrica en más de un 19%.

Según datos del BOE, participaron a la subida de esta cantidad de gases el sector industrial (+3,2%), los vehículos a motor (+2,5%) o la agricultura (+2,9%), mientras que, por el contrario, la cantidad de gases generados por los hogares y los compuestos fluorados descendieron un 2,8% y 17% respectivamente como se observa en la Figura 17.



**Figura 17.** Crecimiento del PIB al aumento de emisiones de CO<sub>2</sub>. Fuente BDE, REE, ENAGAS, CORES. [36]

A día de hoy España tiene una penalización que ronda los 13 euros por tonelada, mientras que en otros países como reino unido ronda los 20 euros por toneladas, provocando como consecuencia el cierre de casi todas las plantas de carbón. El Gobierno español quiere plantear medidas para poder subir el precio de la tonelada y poner fin cuanto antes, a la utilización de combustibles fósiles y evitar la contaminación.

España llego a emitir alrededor de 135 millones de toneladas de dióxido de carbono procedente del sector energético e industrial lo que supone un coste de penalizaciones 140 millones de euros. [37]

Como el sector energético, “produce más del 60% de los gases de efecto invernadero siendo España”, según recoge el MAPAMA (Ministerio de Medio Ambiente) se ha llevado a cabo la “creación de un comercio de derechos de emisión para poder reducir el CO<sub>2</sub> que se lanza a la atmósfera según la siguiente normativa “[38]:

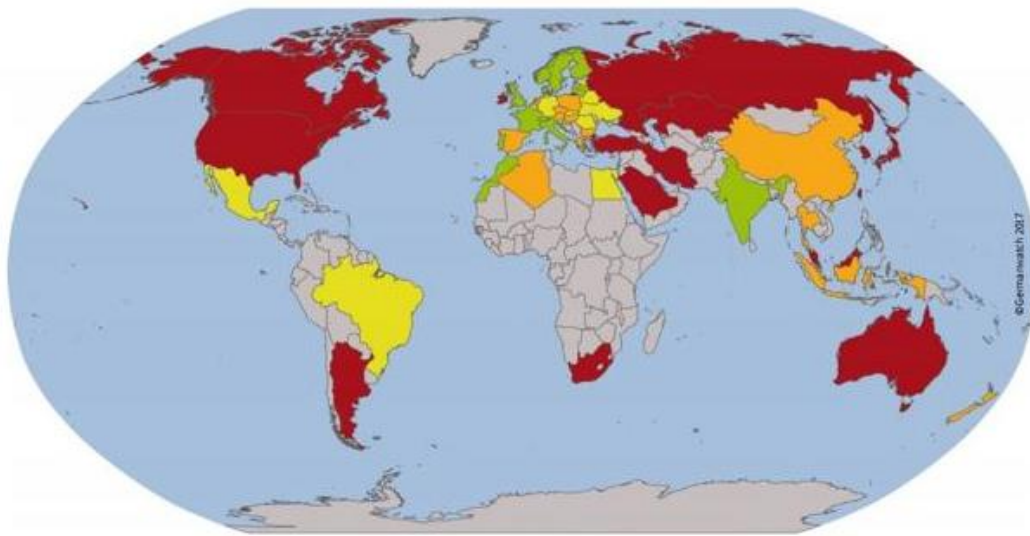
“Decisión nº 377/2013/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 24 de abril de 2013 que establece una excepción temporal a la Directiva 2003/87/CE por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad” [38].

El comercio de derechos de emisión es un elemento que a través de recompensas y penalizaciones intenta preservar el medio ambiente de tal forma que se reduzcan las emisiones de las plantas industriales y se puedan cumplir los objetivos planteados. Así pues se le concede un cupo de emisiones GEI a las diferentes empresas según el sector y los objetivos necesarios.

El Acuerdo de Paris, es un tratado que intenta reducir la emision de los gases de efecto invernadero para 2020 estableciendo una serie de actividades para poder lograrlos y evitar que la temperatura del planeta deje de subir. [39]

Estos datos recogidos por diferentes fuentes muestran que España no está preparada para cumplir protocolos medioambientales ya que para 2030 debe reducir el 36% de las emisiones. Actualmente, España se encuentra en el puesto 35 de una lista de 57 países que más contaminan en Europa y los que participaron en el Acuerdo de París para prevenir el cambio climático. [39]

En la Figura 18 podemos observar cómo los países en color rojo no se plantean la reducción de las emisiones de gases; en naranja aquellos que tienen un nivel bajo para llevar a cabo esa reducción, en amarillo están los países con nivel medio y en verde un nivel alto. [40]



**Figura 18.** Mapa mundial sobre la concienciación de los países de reducir emisiones. [40]

## 2.5- ¿Cómo actúa el sistema eléctrico?

El recorrido desde que se obtiene la electricidad hasta que se consume sigue un camino que comienza por la generación de la misma, que es la fase donde se produce la energía eléctrica ya sea por combustión u obtenida a través del sol o del viento.

Posteriormente esa energía obtenida se transporta a través de la red eléctrica y permite llevar a cabo un traspaso de energía a otros países. Respecto al transporte de la energía eléctrica, cabe destacar que, se pueden encontrar una red primaria con instalaciones de tensión mayor o igual a 380 kV y una secundaria con instalaciones hasta 220 kV.

A continuación, se distribuye esa energía eléctrica hasta los diferentes lugares de consumo y finalmente se comercializa esa energía por las diferentes compañías eléctricas. Estas empresas venden la energía eléctrica procedente de la red eléctrica a aquellos que la consumen.

Lo dicho en los anteriores párrafos explica cómo es la red en su totalidad, destacando que no se puede almacenar la energía. Por consiguiente, todos sus componentes están en continuo uso desde el comienzo de la red hasta el final.

Tras la promulgación y publicación de la Primera Ley del sector español, en el que prohíbe que una única empresa actué en varias fases de suministro de energía, se ha producido una liberalización de empresas apareciendo más de las cinco grandes (Endesa,...)

*“A raíz de la orientación comunitaria para la introducción de competencia en el sector, plasmada en la Directiva 96/92/CE<sup>1</sup>, sobre Normas comunes para el mercado interior de la electricidad(“Primer Paquete” del Mercado Interior)”[27], se creó una institución separando el monopolio de empresas del sector e entregando nuevas y separando a su vez las actividades de generación, transporte, distribución y comercialización de la energía provocando una fijación del precio de la energía a través de subastas diferenciadas, es decir, para grandes empresas, particulares e industriales.[27]*

Según el informe 4/2017 sobre el sector eléctrico en España, el número de agentes que participan en el suministro de energía eléctrica hasta 2013 y que se ha mantenido parecido hasta la actualidad se muestra en la Figura 19 [27].

	1996	2013
<b>Generación</b>	80 empresas <sup>1</sup>	Generadores en régimen ordinario
	580 autoproductores, asociados a los diferentes sistemas <sup>2</sup>	Grandes generadores (5) Otros (300)
		Generadores en régimen especial
		Eólica (41) Fotovoltaica (75) Otros (600)
<b>Distribución</b>	400 empresas <sup>3</sup>	340 empresas
<b>Transporte</b>	12 empresas <sup>4</sup>	1 empresa (REE)
<b>Comercialización</b>	–	260 empresas
<b>Otros</b>	–	Gestores de carga (10) Operador del mercado (1) Otros

**Figura 19.** Agentes que participan en el suministro de energía eléctrica hasta 2003. [27]

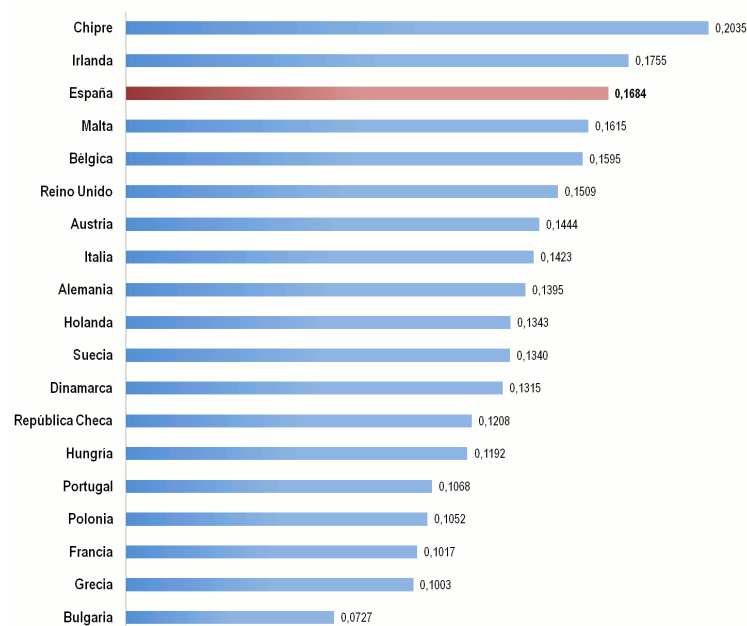
En lo referido a la generación de energía, es el mercado el establece un precio en función de la demanda y la producción. Este mercado se le conoce como Mercado Mayorista, que engloba los mercados a plazo, los del día a día y los servicios de ajuste. Dentro de este mercado, se encuentran el Operador del Sistema (REE) y el Operador de Mercado.

El Operador de Sistema gestiona la compra-venta de los agentes y cerciorándose que se vean de forma física en la red eléctrica y el Operador de mercado, que se encarga de llevar a cabo transacciones estándares y ofreciendo todos los datos posibles a los agentes basándose en el llamado *Pool* eléctrico.

En este *Pool* eléctrico, los agentes ofertan al Operador de Mercado la mayor capacidad de energía que puede de cada una de sus centrales ofertándolas para el mercado diario o a plazo.

En el mercado a plazo los agentes negocian la energía para un plazo determinado superando las 24 horas mediante un *trading*. Esos agentes pueden ofrecer esa energía para dentro de años, meses o días. Por eso se conoce como mercado a plazo y a la vez se estudia la viabilidad de esa energía ofertada. Sin embargo, en los mercados a diario, la compraventa de energía eléctrica se lleva a cabo el día anterior al suministro e incluso hasta el mismo momento que se entrega a través de subastas.

Tras recibir los datos de este mercado, se envían a la Red Eléctrica Española para validarse, conocido como gestión de las restricciones técnicas del sistema, de forma que los datos obtenidos sean óptimos para tu posterior transmisión eléctrica. Como estos datos deben ajustarse sufren pequeñas modificaciones permitiendo así un sistema de mercado diario posible. España es uno de los países donde más cuesta el kWh en comparación con los otros países europeos como se aprecia en la Figura 20 sobre el coste del kWh en cada país.



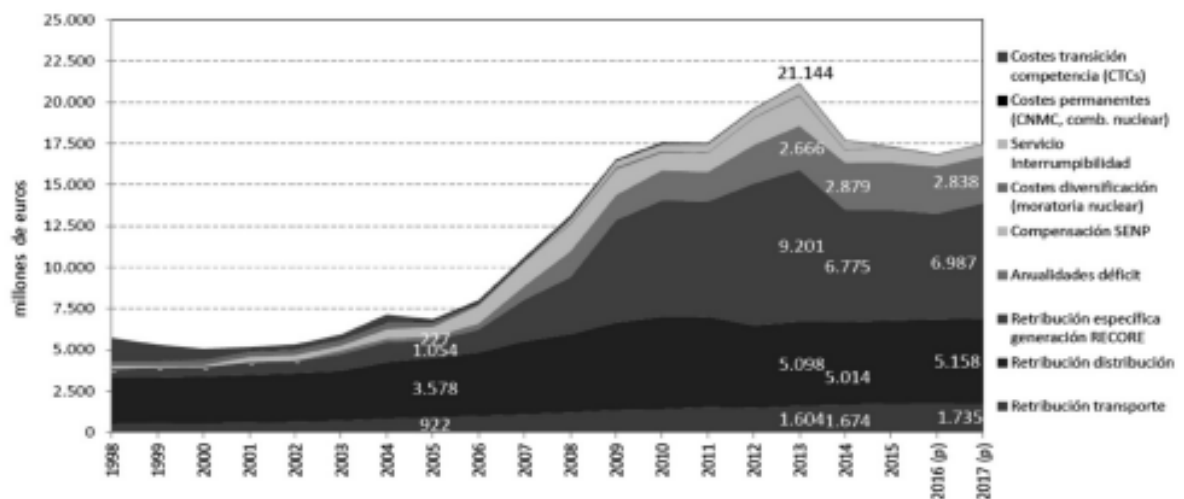
**Figura 20.** Precio del kWh en los países de la UE.

El precio que los consumidores pagan por la energía tiene su origen en unos costes de producción, que engloba unos costes fijos (inversión de tecnología) y un coste variable (combustible) además de unos costes internos procedentes del sistema energético y unos costes externos, producido por la explotación del medio. A esto se le suman los costes de transporte y distribución de la energía desde las centrales hasta los puntos de consumo. Estos costes suponen más de la mitad (alrededor del 53%) de la factura. [27]



Junto a estos costes, se paga un 22% de impuestos y la cantidad restante son subvenciones a las diferentes energías renovables junto con unos costes regulados que todos ellos suman el total del precio que el consumidor español paga por la electricidad y como ha ido variando a medida que transcurren los años como se muestran en el gráfico. (Véase figura 21). [27].

Donde se encuentra el mayor pico es en el año 2013 debido a una constante y fuerte subida que surgió en el año 2005 debido a la introducción de las energías renovables, el encarecimiento de los combustibles fósiles y periodos de fuerte sequía. En el año 2014 se produjo una leve bajada que duró apenas dos años y desde ese momento ha continuado su subida hasta la actualidad donde se han registrado records históricos sobre el precio del kilovatio hora.



**Figura 21.** Evolución de los costes regulados en el precio de la electricidad. Fuente: CNMC.

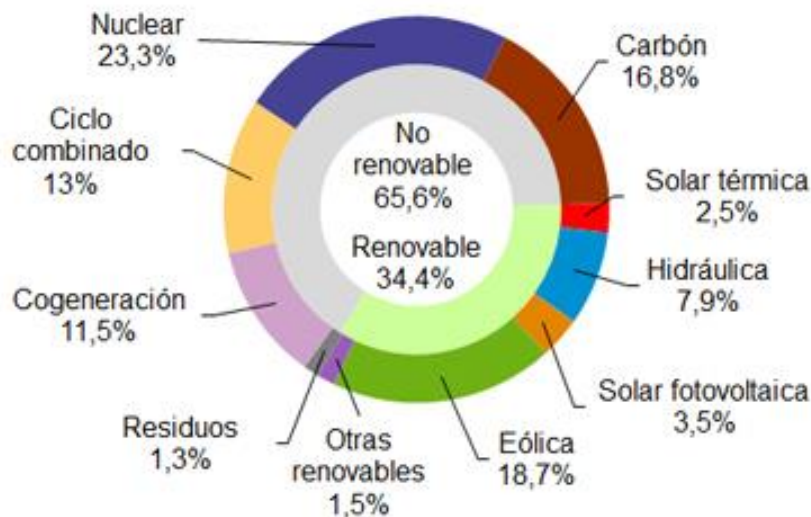
[27]

Sin embargo, el precio de la energía, junto con los costes anteriores, se marca en el mercado mayorista como se ha explicado antes. Este precio se negocia para las 24 horas del día siguiente, lanzando ofertas por las diferentes empresas que producen energía mientras que las diferentes comercializadores lanzan ofertas de compra en función de lo que necesiten para satisfacer las necesidades de sus clientes.

### **3-Fuentes de obtención de energía eléctrica**

A continuación, se mostrarán las diferentes fuentes de energía eléctrica en España con sus correspondientes datos de producción y de potencia instalada.

En la Figura 22 se observa la participación de las distintas fuentes de energía en España en 2018, estando en primer lugar los combustibles fósiles y dejando en segundo lugar a las energías renovables.



**Figura 22.** Distribución porcentual de la obtención de energía en España. Fuente: REE [19]

### 3.1-Energía Eólica

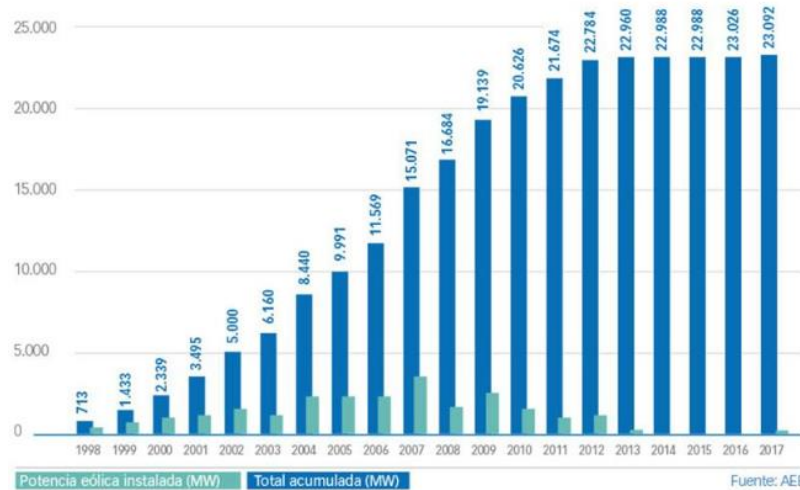
“Esta energía proviene directamente del movimiento del viento debido a las diferencias de temperatura que genera el sol formando así el viento. Esta energía cinética es utilizada por los aerogeneradores que transforma el movimiento del viento en energía eléctrica a través de sus aspas turbinas. Esta energía se puede utilizar todos los días del año debido a que es una fuente inagotable”. [42]

Para aprovechar del todo la energía eólica, el viento debe moverse a una velocidad de 10-100 km/h dependiendo a su vez del aerogenerador instalado.

En nuestro país, la energía eólica constituye un 18% de la producción de energía. Así pues, se empezó a invertir en estos parques eólicos y crecieron durante años hasta que se frenó dicho aumento en 2015, a pesar de tener enormes ventajas como la de reducir las emisiones de GEI. Aunque el año pasado no aumento su potencia España, esta energía es la tercera fuente de generación eléctrica situándose en la quinta posición dentro del ranking mundial de potencia eólica. [43]

En España se encuentran instalados 23092 MW de potencia, siendo así el país con más potencia eólica instalada y donde más ha aumentado en los últimos 20 años como se aprecia en la Figura 23, según la Red Eléctrica Española (REE). En 2017, los 23092 MW de potencia instalada han

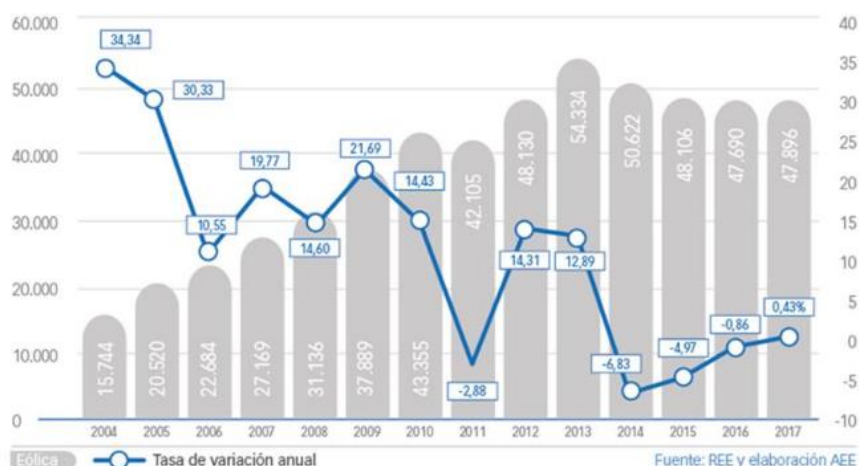
supuesto que se considere la energía eólica como el segundo proveedor de energía renovable, produciendo un 20% del total de la generación total.



**Figura 23.** Evolución de potencia instalada en España. Fuente: REE [43]

Durante el primer semestre del año 2018, el viento ha producido 28 TWh, suponiendo un 23% de la generación total. Dato que se ha duplicado en comparación con el semestre pasado.

A continuación, se muestra el gráfico de generación eólica en 2017 según REE (véase Figura 24) en el que se muestra la variación de producción de potencia anual desde 2004 hasta 2017. Hasta 2013 se produjo un crecimiento continuo debido a la mejora y a la bajada de precios de los componentes y, a partir de ese año, disminuye hasta que se mantienen constante.



**Figura 24.** Evolución de generación eólica en España 2004-2017. Fuente: REE [44]

### 3.2-Energía Solar

Antes de comenzar a hablar de la energía solar, hay que diferenciar dos tipos de tecnología dentro de ella. En primer lugar se encuentra la energía termo solar. “Su actuación equivale a una central térmica, pero no utiliza la misma técnica para obtener vapor de agua. Se utilizan espejos para concentrar la energía proveniente del sol en un punto fijo en el que hay un fluido con características concretas calentándolo hasta una temperatura mayor de 400 °C, el cual se utiliza para obtener vapor y activar la turbina conectada a un generador en el cual se obtiene energía eléctrica”. [45]

En segundo lugar, se encuentra la energía fotovoltaica, “su funcionamiento es sencillo, consiste en conseguir energía eléctrica a través de los fotones provenientes de la luz solar que inciden en los paneles solares de silicio, compuestos por células fotovoltaicas, generando así corriente continua que se transforma en alterna para consumirse posteriormente”. [45].

Según las estadísticas procedentes de la Red Eléctrica Española, en el año 2017 en España se encontraban instalados 4687 MW de potencia solar fotovoltaica y 2.299 MW a solar térmica, y apenas ha variado en cinco años, representando así un 6,7% de la total potencia instalada en España. A raíz de esa fecha, en España solo se habían instalado 155 MW frente a los 3000 MW instalados en otros países.

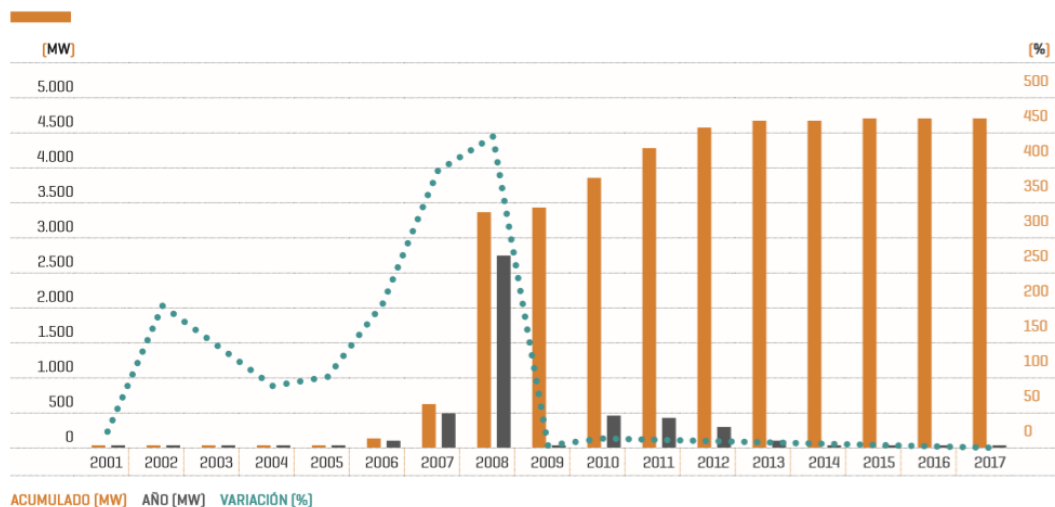
En la Tabla 3, se muestra el ranking mundial de países que más energía solar generan, donde se encuentra a España en décima posición. Es una de las energías poco explotadas en nuestro país a pesar de ser una zona con bastante incidencia solar y de una gran radiación solar, superior a otros países con una implantación de más del doble de potencia instalada.

**Tabla 3.** Potencia fotovoltaica acumulada hasta 2016. Fuente: Snapshot of global PV Markets.

[46]

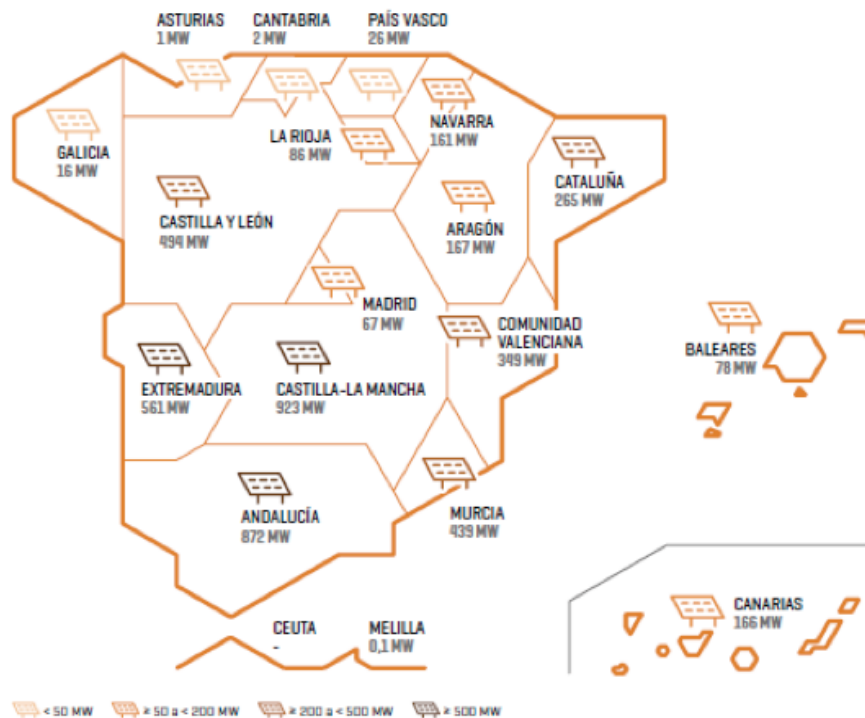
1	China	78,1 GW
2	Japón	42,8 GW
3	Alemania	41,2 GW
4	EEUU	40,3 GW
5	Italia	19,3 GW
6	Reino Unido	11,6 GW
7	India	9 GW
8	Francia	7,1 GW
9	Australia	5,9 GW
10	España	5,5 GW

En 2017, la energía solar aumentó respecto al 2016, generando 13733 GWh, siendo un 5,2% de la generación total de ese año (3,2 % la fotovoltaica y un 2,0 % la solar térmica) como se observa en la siguiente gráfica procedente del CNMC. (Véase figura 25) [47].



**Figura 25.** Potencia solar fotovoltaica instalada en España. Fuente: Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC). [49]

Y así es como se distribuye la potencia instalada en todo el territorio nacional (véase Figura 26) diferenciando según el color del panel la potencia establecida en cada Comunidad Autónoma. Es obvio que a medida que se nos desplazamos al sur de España, la potencia instalada suele aumentar debido a que esas zonas poseen mayores horas de sol a lo largo del año y pueden absorber mayor radiación global que en el norte:



**Figura 26.** Distribución de la potencia solar instalada en España. Fuente: Datos de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC). [49]

El problema que tiene es el mismo que la energía eólica, que es una tecnología dependiente totalmente de las condiciones climáticas, aunque la tecnología termo solar permite el almacenamiento de energía en forma de calor para su uso posterior, sigue dependiente de esta fuente inagotable de energía como es el sol.

### 3.3-Energía Nuclear

Es la energía que se encuentra dentro del núcleo de los átomos obteniéndose de dos formas que se detallan a continuación. Mediante la fusión nuclear, que consiste en juntar dos átomos, y la fisión nuclear, que, por el contrario, consiste en separarlos en muchas partes obteniendo tres neutrones. La energía nuclear, usa el segundo método, por el cual obtiene calor para producir vapor de agua y gira una turbina produciendo energía nuclear. [50]

En el año 2017, la capacidad eléctrica neta producida por los siete reactores nucleares fue de 7,1 GW y represento un 7% de la capacidad neta total. La electricidad neta generada fue de 55609 GWh presentando así un 21,2% de la producción total de las fuentes de energía [51]

En ese año, la producción eléctrica por esta fuente supuso el 39,2% de electricidad generada en España, sin emisiones contaminantes, generando una estabilidad en el sistema eléctrico español gracias a su extensa disponibilidad.

En la Tabla 4 se recogen las centrales nucleares actuales de España con su potencia instalada, la empresa propietaria y cuando empezó a operar utilizándose como combustible el uranio.

**Tabla 4.** Centrales nucleares con la potencia instalada. Fuente: Foro Nuclear [51]


Central nuclear	Empresa propietaria	Tipo de reactor	Potencia MWe	Inicio operación comercial
Almaraz I	Iberdrola (53%) Endesa (36%) Gas Natural Fenosa (11%)	PWR	1.049,4	Septiembre 1983
Almaraz II	Iberdrola (53%) Endesa (36%) Gas Natural Fenosa (11%)	PWR	1.044,5	Julio 1984
Ascó I	Endesa (100%)	PWR	1.032,5	Diciembre 1984
Ascó II	Endesa (85%) Iberdrola (15%)	PWR	1.027,2	Marzo 1986
Cofrentes	Iberdrola (100%)	BWR	1.092	Marzo 1985
Santa María de Garoña (*)	Nuclenor ** (100%)	BWR	466	Mayo 1971
Trillo	Iberdrola (48%) Gas Natural Fenosa (34,5%) EDP (15,5%) Nuclenor (2%)	PWR	1.066	Agosto 1988
Vandellós II	Endesa (72%) Iberdrola (28%)	PWR	1.087,1	Marzo 1988

### 3.4-Hidráulica

La energía hidráulica es “la que produce el agua que se almacena en reservas a gran altura de tal forma que tenga energía potencial gravitatoria” [51]. Así cuando se lanza, esta energía potencial se transforma en energía cinética que mueve una turbina y genera electricidad. Es una fuente de energía limpia, sin residuos y fácil de almacenar regulando el caudal del río. Sin embargo, al crear los embalses se pierde propiedades del suelo y afecta a la fauna al inundar su hábitat con una inversión muy costosa. [51]

En España, esta fuente ha sido la propulsora de las fuentes de energía renovable empezando a comienzos del siglo XX. Actualmente hay 20300 MW de potencia instalada como se muestra en la Tabla 5, que apenas ha variado en los últimos años, siendo una de las principales fuentes de obtención de energía eléctrica del país, tras la nuclear y la que genera las centrales térmicas y la primera de las energías renovables por detrás de la eólica con un 35,5% de las renovables. Si se dan buenas condiciones climáticas, esta energía puede generar anualmente hasta 40.000GWh suponiendo el 13,8 % de la producción total. [51]

**Tabla 5.** Variación de potencia instalada de energía hidráulica en España. Fuente REE [52]

	Potencia instalada nacional (MW)			
	2016	2017	2018	2019
Hidráulica convencional y mixta	17.035	17.032	17.051	-
Bombeo puro	3.329	3.329	3.329	-
Hidráulica	20.363	20.360	20.380	-

En la Tabla 6, se observan los datos procedentes de la Red Eléctrica Española acerca de la generación de energía eléctrica a partir de la energía hidráulica. No obstante, España en 2017 se vio afectada por una de las mayores sequías de su historia debido a la falta de lluvias provocando que esta energía disminuyera un 16% de su producción, como se aprecia en la Tabla 5, que, sumándole el aumento de energía eléctrica de ese mismo año, provocó que hubiese un aumento de obtención de energía a través de combustibles fósiles incrementando la dependencia externa a un 77% según los cálculos de APPA.

Según los datos la producción de energías renovables en 2017 fue de 32,9%, frente a un 41% de energías renovables del año anterior, cuya aportación por parte de la energía hidráulica fue del 7% sustituyéndola por el carbón. [51]

**Tabla 6.** Variación de producción hidráulica acentuando el año 2016 donde ocurrió la sequía que originó una caída en la producción de energía eléctrica por esta fuente. [52]

	Producible hidráulico anual peninsular								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Producible hidráulico (GWh)	38.170	27.730	18.011	40.974	40.271	25.141	34.667	15.972	29.934
Índice mes	1,53	0,95	0,61	1,41	1,35	0,82	1,12	0,53	1,39
Probabilidad de ser superado (%)	6,06	55,06	96,84	8,64	14,56	79,00	37,34	99,28	18,45

Datos acumulados a 31 de diciembre. Para el año 2018 datos acumulados a agosto de 2018.



### 3.5- Centrales térmicas de Carbón

La forma de obtener energía eléctrica en este tipo de instalaciones se basa en la quema de un combustible como es el carbón para producir vapor de agua que provoque la rotación de una turbina que, junto con alternador eléctrico, produzca electricidad.

Debido a la acentuada sequía sufrida en 2017 en el que la energía hidráulica apenas contribuyo con un 7% a la producción de energía, el carbón aumentó su consumo en nuestro país en un 29% según los datos de "Statistical Review of World Energy 2018". [55]

En la Tabla 7 se debe observar, principalmente, la potencia de las diferentes centrales de producción de carbón en España y la generación en los años 2013 y 2014, los cuales han aumentado a día de hoy.

**Tabla 7.** Centrales de carbón con su potencia instalada y su producción eléctrica bruta. Fuente: Unesa. [53]

CENTRALES	Potencia 31/12/2016	PRODUCCIÓN BRUTA (Mill. kWh)				
	kW	2012	2013	2014	2015	2016
Compostilla 3,4,5	1.051.700	5.355	2.560	4.537	4.609	3.373
Aboño 1,2	921.730	5.591	5.748	5.455	6.375	4.415
Soto de Ribera-3	361.060	1.628	1.145	1.464	3.213	1.169
La Robla 1,2	654.900	2.360	1.689	1.675	2.764	1.598
Narcea 2,3	530.500	1.725	898	916	1.839	1.388
Lada 3,4	358.400	1.892	1.432	1.410	1.986	1.234
Guardo 1,2	515.640	1.791	1.095	1.250	1.940	1.011
Anllares	365.200	1.689	863	1.182	997	1.436
Puente Nuevo 3	323.500	1.127	703	1.153	1.705	991
Puertollano ENECO	0	603	30	0	0	0
Puentes 1,2,3,4	1.468.500	9.927	7.356	7.626	8.286	7.493
Meirama	580.460	2.900	2.529	2.443	3.299	2.438
Teruel 1,2,3	1.101.400	4.864	3.777	5.002	4.810	3.567
Escucha	0	439	0	0	0	0
Litoral de Almería 1,2	1.158.900	6.846	6.148	5.912	7.715	5.340
Los Barrios	588.900	3.556	2.924	3.005	3.992	2.502
Alcudia II-Carbón	510.000	2.941	2.591	2.416	2.070	2.532
Pasajes	0	1.027	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>10.490.790</b>	<b>56.261</b>	<b>41.488</b>	<b>45.446</b>	<b>55.603</b>	<b>40.487</b>

### 3.6-Ciclo combinado de agua y gas

El ciclo combinado de agua y gas se lleva a cabo en instalaciones donde gracias a la energía térmica del gas natural y a su temperatura capaz de calentar el agua se puede obtener, con dos ciclos seguidos, una eficiencia de más del 60%. Estos ciclos son: una turbina de gas convencional que, al calentar el gas, mueve una turbina conectada a un alternador generando electricidad. A su vez, gracias a un recuperador de calor, ese gas a altas temperaturas se utiliza para calentar el agua para obtener vapor y que mueve la turbina y genere, a la par que el gas, electricidad. Por ello, se dice que son las centrales más eficientes. [56]

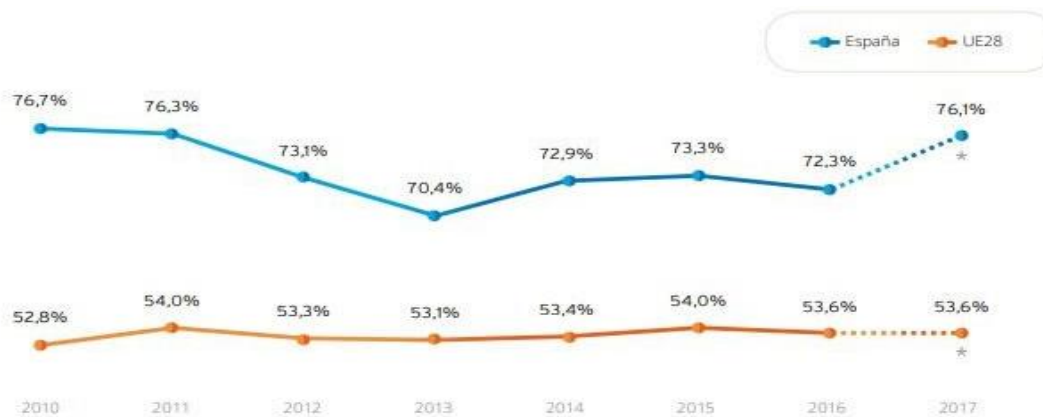
A continuación se muestra en la Tabla 8 la potencia instalada total de las diferentes centrales de ciclo combinado en España junto a su aumento de generación en los dos últimos años aumentando adquiriendo mayor papel en el sistema de obtención de energía.

**Tabla 8.** Potencia instalada en los años y consumo anual en los años 2016 y 2017. Fuente REE. [56]

	Potencia instalada MW	Consumo en 2016 GWh	Consumo 2017 GWh
Total ciclo combinado	24948	25686	33855

Una de las ventajas que presentan las centrales de ciclo combinado frente a las centrales térmicas, a parte de su eficiencia energética, es que emite menos dióxido de carbono que el carbón que se usa en las centrales convencionales al poseer un factor de emisión del 0.95 frente a un factor de 0.4 del ciclo combinado.

Debido a la sequía del año 2017 y, por consiguiente, al desplome de la producción de energía hidráulica, para cubrir esa necesidad se utilizaron más las centrales térmicas y las de ciclo combinado, el cual aumentó en un 9%, incrementando su importación y acentuando su dependencia exterior como se observa a continuación en la Figura 27.



**Figura 27.** Variación de la dependencia energética de España con el exterior. Fuente APPA [57]

### 3.7- Cogeneración

“El proceso de cogeneración consiste en producir calor a la par que electricidad. Se recupera ese calor, que se utiliza para calentar el agua y obtener electricidad, que en las plantas térmicas se escapa, y se utiliza para calentar viviendas e industrias.” [58]

Existe una variante de la cogeneración llamada trigeneración, que además de producir calor y electricidad también se obtiene refrigeración.

Una de las grandes ventajas de este tipo de instalaciones es su eficiencia, que puede llegar a alcanzar un valor entorno al 90%, además de disminuir las emisiones de GEI a la atmosfera. Así mismo se pueden construir mini centrales de cogeneración para evitar crear una red eléctrica para llegar a zonas alejadas ya que mitiga las pérdidas de potencia en el transporte por la red eléctrica. [59]

Un punto a destacar es que necesitan menos combustibles que las plantas convencionales por lo que disminuiría la dependencia exterior.

En España los actuales datos recogidos de REE, la potencia instalada que engloba todas las plantas de cogeneración son 5,8 GW con una generación de 28,1 TWh. El 11% de la electricidad nacional proviene de la cogeneración. En la Tabla 9 se engloba los datos de los años pasados. [52]

**Tabla 9:** Potencia instalada y generación de energía eléctrica a través de la cogeneración. Fuente Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC)

	2013	2014	2015	2016	2017
Potencia instalada GWh	7.1	7	6.2	6	5.8
Generación TWh	32	25.6	25,4	25,9	28,1

España cuenta con 6 GW de cogeneración instalados tal y como se observa en la Tabla 9 pero “tras la reforma energética de 2013-2014 (RD-ley 9/2013, Ley 24/2013, RD 413/2014, Orden IET 1045/2014” [60] sólo tienen disponibles 4GW de los cuales más de la mitad deben ser actualizados debido a su desgaste y aquéllos que no se utilizan se encuentran inactivos. [60]

### 3.7-Energía del mar.

Dentro de las otras energías renovables se incluye la energía procedente del mar. Destacamos dos tipos de energías del mar: [61]

Mareomotriz: Este tipo de energía se lleva a cabo por plantas que se construyen en lugares donde existe una altura entre las mareas bastante grande para crear energía. Sin embargo, en España no existen este tipo de centrales, aunque se está llevando a cabo un proyecto, conocido por Proyecto Magallanes, que desarrolla una tecnología flotante, evitando construir nada ni perjudicando a la fauna.

Undimotriz: esta energía utiliza el movimiento de las olas marinas través d la superficie del mar para generar electricidad o para bombear agua. Depende del día y la noche ya que no tienen la misma potencia. Actualmente en España existe una planta que desarrolla esta tecnología. Se desarrolló la planta de Mutriku, en el País Vasco, España en julio de 2011 y genera alrededor de 300 KW, reduciendo 600 toneladas de CO2. [62]

## **4-Índices de contaminación**

### **4.1- Emisiones**

“Las emisiones directas son las que se producen en las centrales para obtener energía frente a las emisiones indirectas que no se deben al funcionamiento de las mismas sino que aparecen en los

diferentes procesos ya sean de construcción de los mecanismos o el transporte” como ocurre en las fuentes de energía renovables o nuclear por ejemplo. [63]

A continuación se estudiarán las emisiones procedentes de las tecnologías de producción de energía eléctrica citadas anteriormente.

**Energía eólica:** Respecto a la energía eólica, cabe destacar que a pesar de no producir gases contaminantes que potencien el efecto invernadero relativo, este tipo de energía tiene un impacto en el medio ambiente. Provoca una alteración en la fauna y flora del país aunque a través de las múltiples normativas vigentes y los planes de una posterior restauración de la vegetación, minimizan este impacto.

Respecto a las emisiones de gases, durante el proceso se considera una energía limpia pero si se observa todo el proceso de fabricación del aerogenerador, transporte e instalación si se emiten gases contaminantes aunque son mínimos en comparación con otras fuentes de energía

Aparte de lo anteriormente mencionado, también ocasiona un impacto acústico debido al movimiento de las aspas y de las turbinas que se está intentado minimizar y también genera un impacto visual en el medio.

**Energía solar:** En los que se refiere a contaminación directa de la energía solar es nula salvo el impacto ambiental que tiene alterando la fauna y flora, como ocurre con la energía eólica, junto con un impacto visual.

Posee una contaminación indirecta por parte de la fabricación de paneles solares, tanto colectores como células solares, ya que se utilizan como materia prima metales como el acero o cobre y al tratarlos generan emisiones como polvos o compuestos fluorados y son tratados con energía procedentes de centrales térmicas que contaminan emitiendo gases a la atmósfera. Y para la fabricación de células, su contaminación también es pequeña, como el vertido de aguas residuales o la emisión de gases contaminantes.

**Ciclo combinado:** a pesar de que las emisiones de gases contaminantes son menores que en las centrales térmicas de carbón, se producen emisiones de dióxido de carbono considerado uno de los principales gases de efecto invernadero, óxidos de nitrógeno responsables de la lluvia ácida que afectan bosques, aguas, agricultura y deterioro de edificios, y, finalmente, óxido de azufre y cenizas como se muestra en la Tabla 10, que compara la cantidad de emisiones por kilowatio hora y por normal metro cubico entre las centrales de ciclo combinado y las centrales convencionales de carbón, afirmando que la producción de energía en una central de ciclo combinado es mucho más limpia que la energía procedente de la combustión del carbón.

.

**Tabla 10.** Comparación de emisiones entre el ciclo combinado y el carbón. [63]

**EMISIONES:**

	<u>CO<sub>2</sub></u>	<u>NO<sub>x</sub></u>	<u>SO<sub>2</sub></u>	<u>Cenizas</u>
C. Combinado:	0,45 Kgr/KWh	≤75 mgr/Nm <sup>3</sup>	O	O
C. Carbón:	1 Kg/KWh	≥200 mgr/Nm <sup>3</sup>	≥200mgr/Nm <sup>3</sup>	50 mgr/Nm <sup>3</sup>

**Centrales térmicas de carbón:** el carbón se utiliza como combustible en este tipo de centrales causando daños medioambientales. Esto se debe a que las emisiones de estas centrales están compuestas por gases como dióxido de carbono, dióxido de azufre, partículas y óxidos de nitrógeno. El dióxido de carbono es el principal responsable del efecto invernadero. En España más del 80% de las emisiones son debidas a este gas tanto de forma directa como indirecta.

Dentro de la UE, España se encuentra en el *top 5* de países que más dióxido de carbono emite a la atmosfera. El año pasado, sus emisiones aumentaron en un 4,4% debido a la sequía que azotó España en 2017 provocando que se emitían más de 400 millones de toneladas a la atmosfera.

Según el informe realizado por Greenpeace acerca del carbón en España, las centrales térmicas españolas contienen mayor cantidad de arsénico, mercurio y dióxido de azufre de toda Europa, que junto al dióxido de nitrógeno, el dióxido de carbono, las cenizas y el hollín un grupo de emisiones contaminantes que se lanzan a la atmósfera ocasionando efectos adversos para seres vivos, suelos, aguas y edificios.

**Energía nuclear:** una central nuclear, tal como se ha dicho de la energía eólica y la energía solar, no emite CO<sub>2</sub> de forma directa, sino de forma indirecta teniendo en cuenta todo su ciclo de construcción como del mantenimiento. Ahí sí que emite CO<sub>2</sub> contribuyendo al efecto invernadero e incluso aumentará debido a que se necesita mayor energía para extraer el uranio de la tierra. En su funcionamiento, genera vapor de agua y lo emite a la atmosfera. La duración de este gas es menor que otros gases de efecto invernadero. [64]

**Energía hidráulica:** Como ocurre con la energía solar y la eólica, no genera gases contaminantes directos sino que sus emisiones se deben a procesos de construcción, extracción de materiales y mantenimiento. Según estudios recientes, la construcción de este tipo de centrales produce emisiones de metano a la atmosfera. Esto se debe a que, sobre todo en climas tropicales, la materia orgánica al descomponerse genere metano, que junto al CO<sub>2</sub> es uno de los gases que más contribuye al efecto invernadero.

Además este tipo de centrales dependen del clima, por lo que en momentos de sequía o menor cantidad de lluvias provoque de forma indirecta el uso de combustibles fósiles como forma alternativa.

**Cogeneración:** siguen utilizando combustibles fósiles aunque en menor cantidad por lo que las emisiones a la atmosfera por parte de esta tecnología es mucho menor que las centrales térmicas convencionales y, gracias a la proximidad a los centros de consumo, aumenta la eficiencia, debido a la disminución de pérdidas en el transporte y distribución y por las tecnologías empleadas.

Además se le debe sumar las emisiones indirectas debidas al transporte, a la construcción y al mantenimiento de la planta de cogeneración.

**Energía del mar:** Tanto la energía undimotriz como la mareomotriz no generan emisiones contaminantes a la atmosfera de manera directa, sino, al igual que ocurre con la energía eólica y solar, se producen de forma indirecta por la construcción de sus materiales.

La Tabla 11 muestra la comparativa entre las emisiones de dióxido de carbono procedente de las fuentes de producción no renovables y como han ido variando en cuatro años. Los tres primeros años de la tabla se muestra una variación mínima en todas excepto en el carbón que hubo una disminución de gran magnitud debido a la carrera de descarbonización que se está llevando a cabo en todo el marco europeo. Los datos de 2018 no son del todo oficiales ya que se han evaluado hasta el mes de octubre.

**Tabla 11:** Emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la generación en España en el periodo 2015-2018.

Fuente REE. [52]



#### Emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la generación anual nacional

	2015	2016	2017	2018
Carbón	49.985.654	35.448.089	42.768.449	28.978.917
Fuel + Gas <sup>(1)</sup>	5.245.263	5.481.852	5.686.516	4.558.051
Ciclo combinado <sup>(2)</sup>	12.047.200	11.965.815	14.943.266	9.221.370
Térmica renovable <sup>(3)</sup>	-	-	-	-
Térmica no renovable/Cogeneración y resto/Cogeneración <sup>(3)</sup>	9.324.325	9.586.198	10.438.368	8.873.809
Residuos no renovables	595.226	625.671	625.916	487.977
<b>Emisiones (tCO<sub>2</sub>)</b>	<b>77.197.668</b>	<b>63.107.625</b>	<b>74.462.516</b>	<b>52.120.125</b>
<b>Factor de emisión de CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>/MWh)</b>	<b>0,289</b>	<b>0,241</b>	<b>0,284</b>	<b>0,240</b>

## 4.2-Utilización del Agua

En este apartado se discutirá cómo abordan las tecnologías renovables y no renovables el uso del agua en los procesos de obtención de energía ya que la escasez del agua es uno de los principales problemas mundiales, afectando en gran medida a España debido a las épocas de sequía.

En España desde el siglo XX, se han producido cinco grandes sequías y la reducción del uso del agua en la obtención de energía eléctrica es un paso importante para ahorrar agua y mantener este recurso esencial para la vida.

**Energía eólica:** el uso del agua para obtener electricidad a través de esta fuente es ínfimo ya que su principal uso es limpiar las instalaciones que, comparado con el resto de instalación, es despreciable, considerada así la energía eólica la tecnología de producción eléctrica que menos agua utiliza.

**Energía solar:** Ni la energía solar fotovoltaica ni la energía termo solar usan agua para refrigerar sus procesos sino, que al igual que la energía eólica, se utiliza para limpiar las placas fotovoltaicas o los espejos de concentración considerando este consumo despreciable. En el caso de la energía termo solar, utiliza el sol para calentar el agua que posteriormente será utilizada como agua caliente sanitaria.

**Energía del mar:** en este caso, se utilizan los mares y océanos, un recurso que ocupa un 65% del planeta y no se consume, sino que es renovable.

**Energía hidráulica:** sobre este tipo de energía cabe destacar que no consume agua, sino que es utilizada para alcanzar la máxima energía posible. Los flujos naturales del agua se ven afectados por este tipo de instalaciones junto con la construcción de carreteras y líneas eléctricas.

La cantidad de agua embalsada y, por consiguiente, la producción de electricidad se ve condicionada por el clima. En los últimos años, España sufre épocas de sequías largas que han provocado el cierre de numerosas centrales.

**Energía nuclear:** el uso de agua en este tipo de centrales es rigurosamente esencial. No se produce un consumo, pero si un uso necesario. El calor cedido por la fisión del átomo produce vapor de agua que provoca el giro de una turbina obteniendo energía eléctrica. Posteriormente se lleva a cabo un proceso de refrigeración exterior, en el que el agua que circula a través de tubos que enfrían el vapor de agua permitiendo su posterior reutilización.

En cambio, el circuito abierto funciona de forma diferente, ya que el método de refrigeración lo toman directamente de un río o del mar, vertiendo el agua otra vez con una mayor concentración de oxígeno y afectando a la fauna del lugar.



Así pues, todo el agua utilizada por este tipo de centrales procedente del mar, de ríos o de embalses es devuelto a los mismos un 95%. La temperatura no debe ser muy diferente para evitar la producción de efectos adversos en estos medios.

**Cogeneración:** Esta energía no consume agua, ya que al igual que las centrales nucleares, la utilizan para obtener vapor de agua, provocando el giro de una turbina y así obtener energía eléctrica, y para refrigerar el sistema. A diferencia de las centrales térmicas, el calor evacuado debido a la combustión se utiliza para calentar agua para su posterior uso y el vapor se condensa en las torres de refrigeración para reutilizarse en el siguiente proceso.

**Centrales térmicas:** como en la cogeneración y en las centrales nucleares, en este tipo de instalaciones se llevan a cabo dos usos del agua. Una es su evaporación para hacer girar una turbina y, a su vez, un alternador, y generar electricidad. Esa agua es optimizada para alcanzar la mayor eficiencia posible. El otro uso consiste en refrigerar el ciclo. Esta refrigeración puede llevarse a cabo en ciclo abierto, tomando directamente agua del mar o de ríos donde, se intenta verter en las mismas condiciones una vez finalizado. O por el contrario, se utiliza un ciclo cerrado donde se usan torres de refrigeración para volver a introducir el vapor de agua en el ciclo. No llega a ser un ciclo cerrado ya que hay pérdidas por evaporación y parte de esa agua es tratada para prevenir la formación de sales.

**Ciclo combinado:** El único consumo que tiene de agua son las pequeñas pérdidas por evaporación que son consideradas despreciables. Por lo demás su uso del agua equivale al de una central térmica o de cogeneración.

#### **4.3-Nivel de dependencia**

A continuación se comentara la dependencia que tiene cada energía con el exterior debido a que España no puede proporcionar ese tipo de combustible a dichas centrales o lo necesario para producir energía:

**Energía hidráulica:** mínima o nula dependencia con el exterior debido a que el agua utilizada se encuentra en el territorio español.

**Energía del mar:** mínima o nula dependencia con el exterior debido a que el agua utilizada se encuentra en el territorio español.

**Energía eólica:** mínima o nula dependencia con el exterior debido a que el viento utilizado se encuentra en el territorio español.

**Energía solar:** mínima o nula dependencia con el exterior debido a que el sol utilizado se encuentra en el territorio español.

**Energía nuclear:** la dependencia de este tipo de energía es al uranio. Dicho elemento se importa de una distribución de países tales que “el 27% procede de Australia, el 14% de Kazajstán, el 13% de Canadá y el 7% de Sudáfrica. En Europa, solamente están localizadas el 1,2% de las reservas totales mundiales”, según los datos recogidos del BOE. [65]

**Energía térmica:** para las centrales térmica, se importa el 87% de carbón debido a la mala calidad del producto español. Se importan de países como Colombia, Rusia, Indonesia y Sudáfrica

**Ciclo combinado:** para este tipo de centrales se necesita agua (producto procedente del territorio nacional) y gas natural, que se importa casi en su totalidad de países como Argelia (46%), Nigeria (15%), Qatar (14%), Egipto el (6,5%), Noruega (6,5%) y demás países en porcentajes menores. [66]

**Cogeneración:** a pesar de utilizar mucho menos combustible que en el ciclo combinado, se sigue utilizando gas que se importa de los mismos sitios citados en el párrafo anterior.

#### **4.4-Residuos:**

En este apartado se hablará de los residuos que emite cada tipo de energía por su utilización. Se han incluido, también, los residuos involucrados en su fabricación.

**Energía solar:** cabe destacar varios tipos de residuos según el tipo de energía solar que se utilice. En el caso de la energía *termo solar*, para mantener su producción por las noches, frecuentemente se utilizan combustibles fósiles que generan residuos como los de centrales térmicas o ciclo combinado pero menor proporción siguiendo “la Orden IET/1882/2014, de 14 de octubre (BOE 16/10/2014) por la que se establece la metodología para el cálculo de la energía eléctrica imputable a la utilización de combustibles en las instalaciones solares termoelectricas.” [65]

En el caso de la *fotovoltaica*, al reciclar los paneles solares, se debe tener cuidado al romperlos ya que contiene plásticos, plomo y cadmio por lo que a veces, no puede ser tratado como un vidrio flotante ya que tiene impurezas que se deben eliminar a parte o directamente no se elimina y contaminan el medio.

**Energía eólica:** no genera residuos por la producción de energía eléctrica través del viento.

**Energía térmica convencional:** Son aquéllas centrales que utilizan carbón como combustible. Ya se ha comentado las emisiones de gases pero ahora se matiza en residuos sólidos. El principal residuo sólido que generan son cenizas, cuya composición se basa en sílice, aluminio, óxido de

hierro, de calcio, magnesio y componentes minoritarios como sulfatos, fosforo o sodio. Otro componente son las escorias, que son una mezcla de óxidos metálicos aunque son reutilizables debido a sus usos comerciales.

**Ciclo combinado:** en este tipo de centrales, al usarse gas natural como combustible, aparte de emitir gases contaminantes a la atmosfera como se habló en el apartado de emisiones, se generan residuos tóxicos y no tóxicos. Entre ellos se encuentran aceites usados, envases de productos químicos, filtros de aire u otros residuos no tóxicos.

**Cogeneración.** Al usar tener un procedimiento similar al ciclo combinado y utilizar gas natural como combustible se generan los mismos residuos pero en menor medida.

**Energía nuclear:** En este tipo de producción de energía se generan tres tipos de residuos. [65]

.Los residuos de baja actividad se miden en un tiempo menor de 5 años, procedentes del desmantelamiento de este tipo de instalaciones.

Los residuos de media actividad, cuya radiactividad se mide en un tiempo menor a 30 años en las que se incluyen también, a parte de los residuos procedentes de esta central, productos médicos

Los residuos de alta actividad, cuya radiactividad se mide en un tiempo se reducen en cientos de años, procedentes de combustibles que ya no generan energía.

En la Tabla 12 se muestra la cantidad de residuos generados en 2017, los datos obtenidos de foro nuclear, por cada una de las centrales nucleares españolas.

**Tabla 12:** Generación de residuos directos de las principales centrales nucleares de España.

Central nuclear	Residuos (Toneladas)
Almaraz I	58,3
Almaraz II	58,3
Ascó I	69,3

Ascó II	45,1
Cofrentes	253,5
Santa maria de la Garoña	187,3
Trillo	33,44
Vandellós II	51.7
Total	757,5

**Energía hidroeléctrica:** En la producción de energía eléctrica, no se generan residuos sólidos en el proceso.

#### 4.5- Regulación:

A continuación se explica cómo es capaz de regularse cada fuente de producción eléctrica para poder ajustarse a la demanda necesaria en ese momento, en otras palabras, si puede disminuir su producción o aumentarla en función de las necesidades del momento.

**La energía hidroeléctrica:** este tipo de energía acomoda a la demanda cuando hay agua disponible. Gracias a esto se puede seleccionar la cantidad de energía eléctrica que se desea producir. En muchos casos, cuando no se puede parar la producción eléctrica y no hay demanda suficiente, se utiliza para bombear el agua otra vez a la presa para volver a utilizarla de nuevo.

**Energía solar:** tanto la energía termo solar como la fotovoltaica dependen de la disponibilidad del recurso, en este caso el sol. Aunque también se parece a la energía nuclear, en el caso de que no puede detenerse la producción de energía eléctrica y genera de forma constante siempre que haya radiación.

**Energía eólica:** Ocurre lo mismo que las centrales hidroeléctricas. Siempre que el recurso se encuentre disponible, en este caso el viento, se puede adaptar a la demanda ya que pueden detenerse los aerogeneradores en el caso de que haya poca demanda.

**Energía térmica:** las centrales que utilizan carbón se adaptan a la demanda eléctrica debido a que el combustible se puede regular.

**Ciclo combinado:** Ocurre lo mismo que el caso anterior.

**Cogeneración:** se adapta a la demanda al igual que el carbón y el ciclo combinado.

**Energía nuclear:** Las centrales nucleares se encuentran generando electricidad de forma constante y no se paran a menos que se cambie el combustible por lo que no se ajusta la demanda eléctrica.

**Energía del mar:** Ocurre lo mismo que la energía solar. Siempre que el recurso esté disponible se generará de forma constante energía eléctrica.

#### **4.6. Agotamiento de recursos energéticos.**

Respecto al agotamiento de existencias, es un tema importante ya que el futuro de la producción de energía eléctrica estará limitado en gran parte y por ello se debe implementar, mejorar y comenzar a utilizar en gran medida las energías renovables. También influye en el precio del kWh ya que a medida que disminuyen las reservas de combustibles fósiles, más difícil y caro es obtenerlo y aumenta el precio de la factura de la luz y gas.

**Energía hidroeléctrica:** este tipo de producción de energía eléctrica depende de ningún combustible fósil pero si de un importante recurso, el agua. Depende de la cantidad de agua que haya en los embalses y de las lluvias por lo que están condicionadas sus reservas como pudo observarse en la sequía de 2014

**Energía nuclear:** Con el tiempo, este tipo de centrales han mejorado su eficiencia de la planta aprovechando en su totalidad el combustible. Según datos del foro nuclear, la cantidad de uranio globales estarán disponibles un siglo más aunque en España, los permisos de explotación de las centrales nucleares expiran en 2024.

**Energía térmica:** al necesitar un combustible fósil, sus existencias están limitadas. A pesar de que se están llevando a cabo medidas para minimizar este tipo de combustible para obtener energía eléctrica, según estudios el carbón estará disponible alrededor de 100 años más igual que el uranio.

**Ciclo combinado:** Ocurre lo mismo que la energía nuclear y con el carbón. A pesar de seguir buscando nuevos yacimientos de gas, actualmente las reservas de este tipo de combustible fósil serán de 70 años consumiéndolo al ritmo que se hace.

**Cogeneración:** igual que el anterior pero en menor medida ya que se utiliza mucha menos cantidad de este combustible para producir energía eléctrica y por tanto si solo se obtuviesen de esta forma, las reservas aumentarían su esperanza de vida.

**Energía eólica:** Este tipo de tecnología no posee reservas ya que el recurso utilizado se encuentra en la naturaleza y es totalmente renovable. El viento únicamente depende de las condiciones meteorológicas.

**Energía solar:** al igual que el apartado punto anterior, al ser una energía renovable, el recurso utilizado se encuentra presente en todo momento, en mayor o menor medida dependiendo de las condiciones meteorológicas.

**Energía del mar:** Utiliza un recurso totalmente renovable y ocupa 3/4 de la tierra ligado únicamente a las condiciones de mareas y oleaje.

#### **4.7-Densidad energética eléctrica.**

En este punto se discutirá la relación entre la capacidad de generación de energía eléctrica y la potencia instalada en megavatios con el mismo territorio ocupado de las diferentes centrales de producción eléctrica.

**Energía solar:** necesita una gran ocupación para obtener la misma cantidad de energía eléctrica que las combustibles fósiles. Por cada 1 GW de potencia se necesitan alrededor de 40km<sup>2</sup>

**Energía térmica:** Al utilizarse carbón como combustible fósil que posee una gran capacidad calorífica, genera una mayor cantidad de energía eléctrica en relación con el territorio ocupado. Así para generar 1 GW de potencia se necesitan entre 3 y 6 km<sup>2</sup> [67]

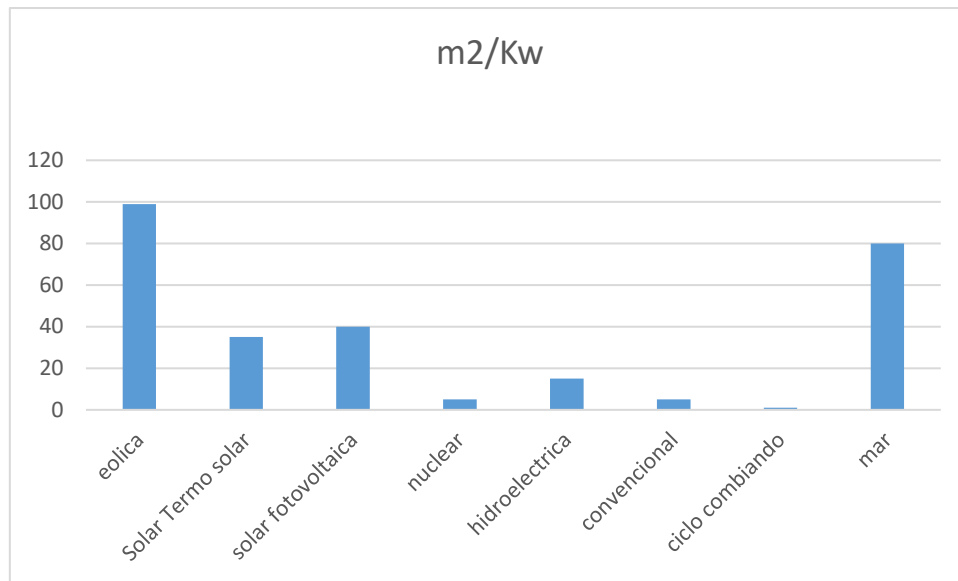
**Energía hidroeléctrica:** a pesar de necesitar menor extensión para generar 1GW de potencia (10 km<sup>2</sup>), el terreno utilizado debe ser profundo.

**Energía nuclear:** Genera una gran cantidad de energía por metro cuadrado ya que es capaz de obtener 1 GW de potencia ocupando un terreno de entre 1 y 5 km<sup>2</sup>. [67]

**Energía eólica:** necesita una ocupación del terreno mayor para generar la misma potencia. Para obtener 1 GW de potencia se necesita de medio 100 km<sup>2</sup>

**Ciclo combinado:** Posee mayor relación ya que es capaz de obtener 1 GW de potencia en un territorio menor que la energía nuclear y térmica (entre 1-3 km<sup>2</sup>) [67]

En la Figura 28 se muestra la relación del terreno ocupado por la central de energía eléctrica con la potencia instalada.



**Figura 28.** Relación entre el territorio ocupado en m<sup>2</sup> y la potencia instalada en MW.

#### 4.7-Final de vida útil:

En este punto se aborda el estudio del coste de desmantelamiento de una central de producción de energía cuando ha llegado al final de su vida útil.

**Energía solar:** se comentarán los dos tipos de centrales:

**Energía termo solar:** con una vida útil de 30 años cuyo coste de desmantelamiento se simplifica en 0,004 euros por kWh [67]

**Energía fotovoltaica:** con una vida útil de 40 años cuyo coste de desmantelamiento es de 0.0036 euros por kWh y una gestión de residuos de 0.00 euros por kWh. [67]

**Energía hidroeléctrica:** con una vida útil de 40 años cuyo coste de desmantelamiento es mínimo debido a que una vez que se acaba el uso de esta centra, se centran en la rehabilitación de la presa que, contando con esto, supondría un 0,022 euros por kWh. [67]

**Energía nuclear:** dichas centrales tienen una vida útil de 40 años cuyo coste de desmantelamiento supone unos 0,0033 euros por kWh. [67]

**Energía eólica:** Posee una vida útil de 20 años cuyo coste de desmantelamiento suponen un 10% del coste de la central. [67]

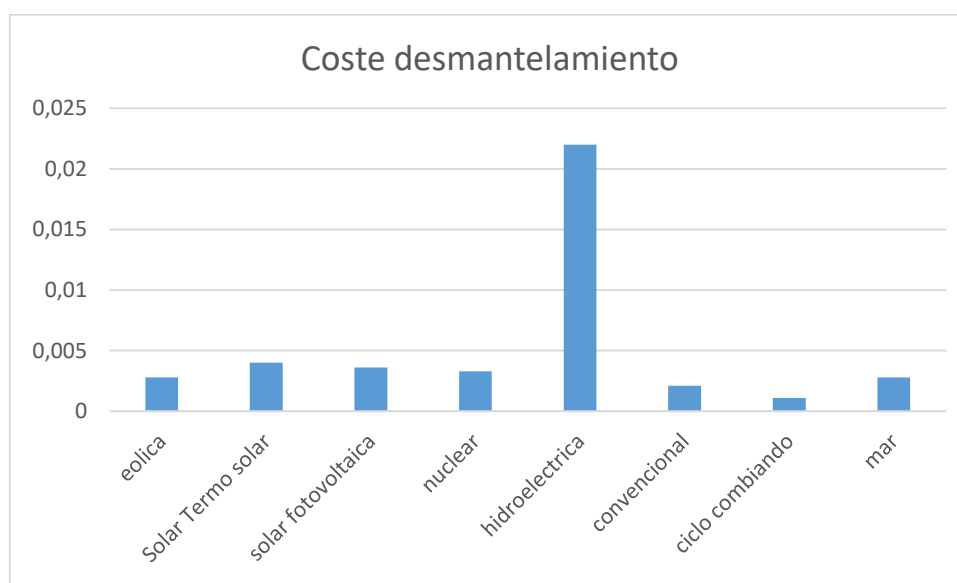
**Energía térmica:** En las centrales que utilizan carbón como combustible fósil, poseen una vida útil de 40 años y el coste de desmantelamiento es de 0,0021 euros por kWh [67]

**Ciclo combinado:** Poseen una vida útil de 30 años y el coste de desmantelamiento es de 0,0011 euros por kWh. [67]

**Cogeneración:** lo mismo que el punto anterior.

**Ciclo combinado:** Vida útil: 30 años Los costes de desmantelamiento de una central térmica de ciclo combinado se estiman en 0,0011 €/kWh.

A continuación se muestra en la Figura 29 una comparativa del coste por tratamiento de residuos y el coste de desmantelamiento de cada tecnología de producción.



**Figura 29.** Costes asociados con el desmantelamiento al acabarse la vida útil de una central. Elaboración propia

## **5- Criterios de evaluación**

Para llevar a cabo una auditoría de un proceso de generación de energía se seguirán unos criterios de evaluación y determinar así, el impacto que causa sobre el medio ambiente.

### **5.1-Eficiencia energética**

En el método de producción de energía se utilizan distintos dispositivos para generarla, transformarla, transportarla y que llegue al punto de consumo. Durante este proceso, se producen diferentes pérdidas a través de la red o al transformarlos que se traducen en pérdidas a través de calor.



Así, este criterio se encarga de evaluar la eficiencia de producción eléctrica en cada etapa del proceso, intentando minimizar estos valores de energía. Su intervalo esta entre 0-1 y se calcula dividiendo la energía neta al punto de consumo entre la producción de energía eléctrica.

A continuación en la Tabla 13 se recoge la cantidad de energía que se genera y la cantidad de pérdidas ocasionadas en la red durante su transporte y distribución en España.

**Tabla 13.** Balance energético del efecto de las pérdidas en la red. Fuente Unesa. [68]

Año	Energía GWh	Pérdidas GWh	Consumida GWh
2016	265127	26634	238493
2017	268163	26939	241224

En los últimos años, las pérdidas ocasionadas por el transporte y la distribución de energía producida ha aumentado en un 1,1%, observando que alrededor del 10% de la energía producida tanto por fuente renovable como no renovable se pierde, provocando que la contaminación asociada a la generación de energía sea en vano por lo que España debería optar por optimizar la vía de transporte de energía ya que equivale a la producción de 3 plantas nucleares y perseguir a aquellos que roban energía sin pagarla ya que finalmente el usuario final observa una subida de la electricidad, entre otras cosas, por causas como las mencionadas. [69]

## 5.2- Análisis de ciclo de vida.

El análisis de ciclo de vida se define como: “el ciclo de vida de un producto, desde un punto de vista medioambiental, como el análisis de las cargas ambientales asociadas a un producto para identificar y cuantificar aquello que tenga un impacto ambiental y poder desarrollar medidas para disminuir y limitar los daños al medio ambiente” [69]

Dicho de otra manera, gracias a este criterio de evaluación se puede observar en toda la cadena de valor del producto como afecta de forma negativa al medio que nos rodea, desde que se obtiene hasta que vuelve otra vez a su lugar de origen.

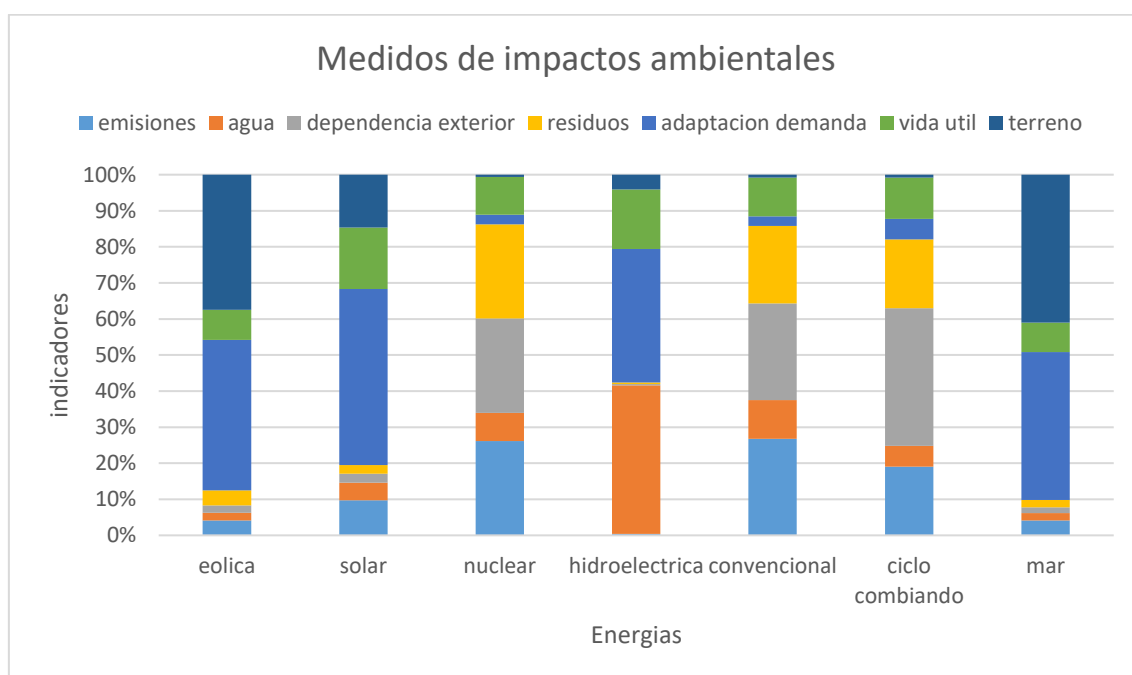
## 5.3- Huella de carbono

Se utiliza para calcular la cantidad de GEI que un proceso de producción de energía emite a la atmósfera. Al igual que el apartado anterior, comienza el análisis en la obtención de materias primas y finaliza una vez que se consumen pero tratando solo la contaminación de gases que pertenecen a los GEI para saber su contribución al cambio climático. [70]

## **6-Análisis de impactos medioambientales**

Para evaluar cómo afectan las diferentes tecnologías al medioambiente, se analizan los indicadores que se han descrito en los puntos anteriores con los datos que se han podido obtener y se elabora una tabla mediante un sistema propio para cuantificar los impactos.

En la Figura 30 se analiza cada tecnología de generación de electricidad según los indicadores descritos en el apartado 4 utilizando un criterio propio de evaluación dando valores comprendidos entre el 1-100 donde el 1 es un impacto leve del indicador ambiental mientras que el 100 es un impacto grave.



**Figura 30.** Valores acumulados de los indicadores ambientales para cada tecnología de producción eléctrica (elaboración propia)

En la Figura 30 puede observarse la cuantificación de impactos medioambientales que produce cada tecnología en España. Debido a la falta de adaptación de la demanda, su dependencia exterior a la hora de obtener el combustible y la gran cantidad de residuos radiactivos y peligrosos que genera se sitúa en la cabeza la energía nuclear entre todos los tipos de energía.

En segundo plano se sitúan la energía térmica convencional y la energía de ciclo combinado aunque la segunda posee un grado de contaminación menor en cuanto a la emisión de gases efecto invernadero, formación de residuos y uso del agua produciendo la misma cantidad de potencia.

Las centrales de ciclo combinado pueden ser el puente entre las energías renovables y las no renovables debido a que, al tener índices de contaminación menores que la energía nuclear y la energía térmica convencional, pueden servir de ayuda a las energías sostenibles en caso en que las condiciones meteorológicas no sean adecuadas o sirviendo de base mientras que se mejoran y se implantan las energías renovables.

Respecto a las energías renovables, son las más beneficiosas debido a sus bajas emisiones directas en el proceso de producción de energía junto con los bajos costes de operación, mantenimiento, desmantelamiento y por un uso de combustible nulo. Además generan muy pocos residuos, poseen unas existencias infinitas y minimizan el impacto medioambiental.

Por el contrario, como se muestra en la Tabla 14, en el apartado de terreno donde se evalúa la densidad energética de la tecnología, para obtener la misma potencia para todas las energías, en lo que respecta a las energías renovables, deben ocupar un territorio mayor en comparación con las energías no renovables y, al depender de las condiciones meteorológicas, se consideran energías con un grado de constancia irregular.

Las Tablas 14 y 15, recogen información acerca de las características económicas de las fuentes de producción eléctricas. Desde el punto de vista económico se analizan todos los costes que afronta cada tecnología.

A pesar de no tener gastos en combustible, y sus emisiones a la atmósfera y la generación de residuos ser muy bajas, las fuentes limpias de producción de energía deben hacer frente a un alto coste de inversión tanto en componentes como en terreno debido a su baja densidad energética y a la fragilidad de los equipos que la integran.

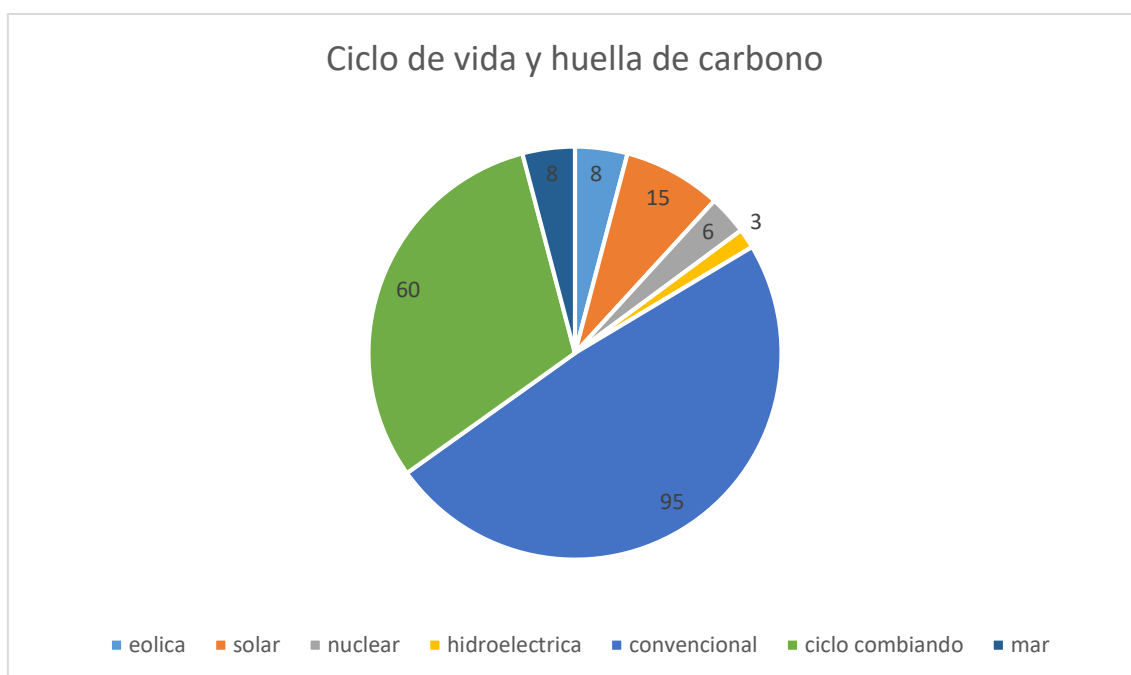
**Tabla 14.** Evaluación de costes por kWh de cada tecnología. (Elaboración propia)

	€/kWh		€/kWh	€/kWh	€/kWh
		€/KW			
tipo de energia	coste inversion	inversion	mantenimiento	Combustible	Desmantelamiento
eolica	0,028	1000 – 1200 €/k	0,017	0	0,0028
solar	0,108	7800	0,05	0	0,0036
nuclear	0,00833	2000 - 3000	0,00963	0,00638	0,0033
hidroelectrica	0,02083	2000	0,00652	0	0,022
convencional	0,0041	900 - 1000	0,005	0,011	0,0021
ciclo combiando	0,0067	500 - 600	0,005	0,024	0,0011
mar	0,028	1000 – 1200	0,017	0	0,0028

**Tabla 15.** Evaluación de costes por kWh de cada tecnología. (Elaboración propia)

	€/kWh	€/kWh	€/kWh	€/kWh	€/kWh	€/kWh
tipo de energia	Emission GEI	vida util	Horas func.	Terreno ocupado	Coste terreno	Residuos
eolica	0	20	2100	50 – 150 km <sup>2</sup>	0,019	0
solar	0	40	1800	30 y 50 km <sup>2</sup>	0,0044	0,002
nuclear	0	40	7500	1 y 5 km <sup>2</sup>	0,00008	0,004167
hidroelectrica	0	40	2400	10 km <sup>2</sup>	0,00083	0
convencional	0,017	40	5000 – 7000	3 y 6 km <sup>2</sup>	0,00013	0,017
ciclo combiando	0,0072	30	2500 – 4000	1 y 3 km <sup>2</sup>	0,00018	0,0072
mar	0	20	2100	50 – 150 km <sup>2</sup>	0,019	0

Así mismo, al analizar por separado los otros criterios de evaluación, se consideran dos de ellos que están relacionados: el ciclo de vida y la huella de carbono. Estos dos criterios evalúan la emisión de GEI durante toda su vida útil, desde que nace (se obtienen las materias primas) hasta que se muere (se consume y vuelve al medio). Así mismo, de la misma forma que evalué a través de un criterio personal la cuantificación de impactos ambientales, a través del gráfico de la Figura 31 se puede visualizar este estudio. Se han asignado valores entre 0-100 donde el valor 0 supone una evaluación eficiente y limpia y 100 todo lo contrario.



**Figura 31.** Evaluación sobre la huella de carbono y el ACV. (Elaboración propia)

Como era de esperar, en el gráfico comparativo del ciclo de vida y de la huella de carbono (véase figura 31), la tecnología que posee una contaminación de GEI mayor a lo largo de su vida útil es la térmica convencional, siguiéndoles el ciclo combinado de gas natural, es decir las no renovables.

Sin embargo, con respecto a la energía nuclear, la emisión de gases contaminantes disminuye debido a su mejor eficiencia en el aprovechamiento del uranio y se coloca por debajo de la energía solar debido a que esta, durante su proceso de fabricación, contamina de forma indirecta más que en la construcción de una central nuclear.

Toda la legislación y jurisprudencia que deben cumplir las fuentes de producción eléctrica en España y Europa se recogen en el Anexo II. A su vez se incluyen el marco normativo sobre toda evaluación ambiental que se realice.

## **7.-Impacto socioeconómico**

La transición energética que se está llevando a cabo en España posee consecuencias sociales importantes asociadas a un incremento en el uso de energías renovables. Entre ellas se encuentran:

- Variación de la tasa de empleo de zonas de España debido a su dependencia con los combustibles fósiles como por ejemplo el cierre de centrales de producción eléctrica no renovable o, por el contrario, la construcción de plantas de generación eléctricas sostenibles. [69]
- Libertad de elección por parte del ciudadano de proveedor doméstico de energía o permitiendo el autoconsumo, disminuyendo el precio de la factura. [69]
- Mejora de la salud humana, debido a la disminución de la contaminación procedente de los combustibles fósiles y a limitación de exposición a desechos peligrosos, provocando menos problemas respiratorios, pulmonares o irritación nasal que pueden producir gases como el SO<sub>x</sub> o el NO<sub>x</sub>.
- El precio de los combustibles fósiles tiende a variar en el mercado mientras que el precio de las energías renovables no es tan propenso.
- Permiten el abastecimiento de energía a zonas menos accesibles.

## **8- Declaración ambiental de un parque solar fotovoltaico y una central térmica convencional**

A continuación se realizará una declaración ambiental siguiendo los puntos que se han citado en el apartado superior. Se realizarán dos auditorías: una a una fuente renovable y “limpia” y, tras este análisis, a una central térmica para compararla con dicha instalación anterior. Se elegirán dos plantas españolas y se estudiará la viabilidad de la sustitución de una por otra.

### 8.1-Declaración ambiental de una fuente renovable: Parque solar fotovoltaico de Olmedilla de Alarcón.

Para este apartado se realizará una auditoría de un parque fotovoltaico, en concreto, el Parque Fotovoltaico de Olmedilla de Alarcón. Es un parque fotovoltaico situado en la provincia de Cuenca (Castilla- La Mancha). Este parque cuenta con una extensión 3.780.000m<sup>2</sup> y con 270.000 paneles solares y 500 convertidores. Supuso una inversión de 384 millones de euros y con una potencia de 60MW genera electricidad para cubrir una demanda de 87,5 GWh. anuales [70]

Toda la legislación y jurisprudencia sobre la planta fotovoltaica queda recogida en el Anexo II. En ella se evalúa toda la legislación vigente tanto en España como en Europa que dicha instalación debe cumplir.

En este caso en particular, se han fabricado paneles policristalinos que se obtienen del silicio puro fundido y dopado con boro, con un rendimiento entre un 15-18%. Todo este conjunto se refuerza formando un marco exterior con perfiles metálicos de aluminio. [75]

En base a los datos del ITS de Ingeniería de Caminos que calcularon costes generales de este tipo de producción de energía, se puede estimar el coste desglosado de las diferentes fases asociadas con el proceso objeto de estudio (Tabla 16). [67]

**Tabla 16:** Elaboración propia con datos obtenidos del ITS Ingeniería de Caminos.

Coste de:	€/kWh	€
Coste de suelo ( 8€/m <sup>2</sup> )	0.0044	385.000
Celda fotovoltaica	0.108	9.450.000
Mantenimiento	0.05	4.375.000
Precio baterías	-	≈ 1000
Desmantelamiento	0.0036	315.000
Residuos	0.002	175.000
Total	0.1680	14.780.000

#### Contaminación atmosférica

Este tipo de planta que produce energía solar fotovoltaica es considerada una “energía limpia” ya que no emite contaminantes a la atmósfera de forma directa en su proceso de producción eléctrica, evitando la emisión a la atmósfera 40000 toneladas de dióxido de carbono [73.1], es decir, que si se operase con una energía no renovable esta emitiría dicha cantidad de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

Por el contrario, si se considera el ciclo de vida de este tipo de instalación, desde su construcción hasta su desmantelamiento, se generan GEI. Esto se conoce como contaminación indirecta, y por ello, no se debe considerar una energía totalmente limpia. Así pues, tanto en el proceso de construcción de los componentes necesarios para desarrollar la instalación como en la obra civil, se generan emisiones y residuos perjudiciales para el medio ambiente.

En relación con los componentes que se integran en la instalación para producir electricidad, cabe destacar en la fabricación los módulos solares, el marco del panel solar y el sistema de energía, en el que se incluye el cableado, los interruptores, el sistema de montaje, inversores y baterías.

Se ha tomado como referencia el estudio que realizó “*Vasilis Fthenakis, llevado a cabo en el Centro de Investigación Medioambiental Fotovoltaica, del Laboratorio Nacional de Brookhaven, Estados Unidos, y Erik Alsemaen 2006, Instituto Copérnico de Desarrollo Sostenible e Innovación, Universidad de Utrecht, Países Bajos. La producción de CO<sub>2</sub> equivalente por kWh y la huella de carbono se han calculado en base al proyecto Crystal Clear*” [75] de la Comisión Europea. [76]

En la Tabla 17 se incluye lo que contamina la construcción de un panel solar en gramos de CO<sub>2</sub> equivalente. “todos los datos se analizan en valores de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente, es decir, en la concentración de CO<sub>2</sub> que generaría la misma contribución al calentamiento. Este dato se obtiene multiplicando la cantidad del GEI emitida en cuestión por su potencial de calentamiento global” [70].

**Tabla 17.** Emisiones de dióxido de carbono en la construcción de módulos fotovoltaicos.

Módulo	Gramos de CO <sub>2</sub> equivalente por kWh
Mono cristalino	45
Poli cristalino	22
amorfo	16

### Ciclo de vida

La Tabla 18 recoge la cantidad de años que deben transcurrir para poder recuperar la energía empleada en la fabricación de los componentes de un panel solar, también conocido como tiempo de recuperación de la energía o *Energy Payback Time* (EPBT). [71]

**Tabla 18:** EPBT de un panel solar. Fuente: CERN [71]

Componente por panel Poli cristalino	Años
Módulo	1.7

Marco	1
Sistema de energía	2.5

### **Huella de carbono**

En primer lugar, trataremos la huella de carbono, en el que se incluyen todas las emisiones de CO<sub>2</sub>, que se emiten a la atmósfera por un panel solar a lo largo de su vida útil.

Respecto al módulo fotovoltaico poli cristalino por fabricar un panel se emiten a la atmósfera 22 gramos de CO<sub>2</sub>/kWh generados. Por tanto al haber 270.000 paneles, multiplicándolo por la contaminación de un panel en CO<sub>2</sub> equivalente por kWh, se emiten 594 kg de CO<sub>2</sub>/kWh en total. [71]

*Contaminación de un panel (CO<sub>2</sub> equivalente Kwh) x nº de paneles*

Respecto al marco que refuerza al panel solar, la fabricación de dicho componente emite 0,6 g/kWh generado por tanto siguiendo el mismo obteniendo una cifra de 162 kg de CO<sub>2</sub>/kWh generado.

**Tabla 19.** Emisiones de CO<sub>2</sub> en toneladas que produce la fabricación de los distintos tipos de paneles solares.

Módulo	Emisiones de CO <sub>2</sub> ( Tm)
Mono cristalino	2,45
Poli cristalino	2,06
Amorfo	1,06

Otra parte importante de la fabricación de parques fotovoltaicos es “el equilibrio de sistema (en inglés: *Balance of System*, conocido también por el acrónimo BOS) comprende todos los componentes de un sistema fotovoltaico con excepción de los paneles fotovoltaicos. Esto incluye cableado, interruptores, un sistema de montaje, uno o varios inversores solares, las baterías y el cargador de la batería” [81]. Para calcular la huella de carbono del BOS, estos mismos científicos estipulan un cálculo de 6 gramos de dióxido de carbono equivalente por kWh a lo largo del ciclo de vida de la instalación. [76]

Según el estudio que realizó Vasilis Fthenakis junto con Erik Alsemaen, citado anteriormente, estimaron que, en una planta, con una potencia instalada de 1 kW se producían 2,06 toneladas de



CO<sub>2</sub> equivalente, y, al analizar la instalación elegida, con una potencia de 60 MW evitando emitir al año 40.000 toneladas de CO<sub>2</sub> si se realizase con una fuente de producción de electricidad no renovable, quedaría lo siguiente:

*Potencia instalada (kW) \* Toneladas de CO<sub>2</sub> / Toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas por año = Años que tardan en compensarse las emisiones totales de la instalación.*

$$60.000kW * 2,06toneladas / (40.000toneladas de CO_2/año) = 3,09 años.$$

Esto quiere decir que las emisiones de dióxido de carbono que se producen a lo largo del ciclo de vida se compensan en 3,09 años. La diferencia entre la vida útil y los años que se compensan son el tiempo en el que se genera electricidad completamente libre de este gas, es decir, completamente limpia.

Una vez terminada la huella de carbono que deja la construcción de paneles solares de esta instalación, ahora se analizará la emisión de NO<sub>x</sub> y el SO<sub>2</sub> en la construcción de los paneles fotovoltaicos a través de los datos recogidos en la Tabla 20, que muestran lo que emite el módulo, el marco y todos los componentes del BOS de óxido de nitrógeno y de dióxido de azufre a la atmósfera en miligramos equivalente por kWh generados. [71].

**Tabla 20.** Emisión de gases a lo largo de su ciclo de vida. [71]

Parte del panel	NO <sub>x</sub> ( mg equivalente kWh)	SO <sub>2</sub> ( mg equivalente kWh)
Módulo	52	87
Marco	3	3
BOS	12	10
Total	67	100

Para concluir en el apartado de contaminación atmosférica, este tipo de tecnología de generación de electricidad utilizando una fuente de energía renovable, frena la emisión a la atmósfera de 1 kg de CO<sub>2</sub>, alrededor de 3,3 g de dióxido de azufre y 2,1 g de óxidos de nitrógeno, junto con una tonelada equivalente de petróleo por 11.600 kWh. [77]. Así pues para una potencia instalada de 60 MW, se evitan alrededor de 5,1 toneladas de SO<sub>2</sub> y 57,39 toneladas de NO<sub>x</sub> a la atmosfera.

### **Residuos:**

Respecto a los residuos procedentes de la instalación como el cadmio o metales pesados se puede observar en la Tabla 21 lo que contaminan en función de la generación de potencia.

**Tabla 21.** Generación de residuos a lo largo de ciclo de vida. [71]

Elemento	Gramos de residuos equivalente por GWh por panel
Cadmio	0.7
Plomo	8
Mercurio	1
Níquel	20
Cromo	4
arsénico	2

### **Uso del agua:**

El consumo de agua por parte de un parque solar como se ha especificado antes es mínimo, ya que su uso se limita a labores de limpieza en la que se recomienda que se haga con una frecuencia de una vez cada tres meses debido al polvo que se acumula o a excrementos de aves. [72]. Tanto los paneles solares como la instalación deben tener un continuo mantenimiento ya que si se descuida, generan pérdidas y disminuye la eficiencia de los paneles hasta un 8-10%.

La limpieza se realiza a través de un sistema de agua de osmosis sin cal a través de un depósito de alrededor de 300 litros/hora y se suele hacer en un día de trabajo por lo que el gasto de agua son de 2400 litros por limpieza. [72]

Ahora bien de forma indirecta, se utiliza agua en la construcción de parques solares a la hora de elaborar el hormigón. Así pues 1m<sup>3</sup> de cemento necesita 28 litros de agua. [73] En esta instalación se han utilizado 340.000 m<sup>3</sup> [70] por lo que el gasto en agua es de 9520000 litros de agua además de en otras labores de construcción ya difíciles de cuantificar.

El consumo de agua en este tipo de instalaciones es mucho menor que otras convencionales ya que sólo se necesita agua para los procesos de producción de los paneles fotovoltaicos.

### **Recursos naturales**

Para la construcción de parques fotovoltaicos, se necesitan también materias primas procedentes de la tierra como el hierro, el cobre y el aluminio, metales que abundan en la naturaleza pero que se consumen a una gran velocidad. Respecto al hierro se estima que para la fabricación de los

componentes de las energías renovables necesitan mayores gramos por kWh que las fuentes de energía convencionales. En la Tabla 22 se muestran los datos sobre los metales más usados en la fabricación de paneles fotovoltaicos en gramos por kilovatio hora.

Mientras que el hierro se utiliza en grandes proporciones por las fuentes no renovables, se estima que la energía solar fotovoltaica utilice mayor cantidad por kilovatio hora generado. [74] Por el contrario, metales como el cobre o el aluminio que apenas son usados en las centrales convencionales, son los más utilizados por las fuentes de generación renovables.

**Tabla 22:** Utilización de materiales para fabricar paneles solares.

Metal	g/kWh
Hierro	3.3
Aluminio	1.2

A pesar de ser materiales abundantes y reciclables, las reservas de estos materiales no deben pasarse por alto ya que un uso excesivo del recurso (aparte de no llevar políticas de reciclaje) podría ser el final de éstos. [74]

Además, aunque las cantidades requeridas son pequeñas, materiales como telurio, indio, cadmio, galio o como el cadmio, son tóxicos. La adquisición de estos materiales puede ser un proceso costoso y difícil, especialmente cuando son tóxicos. [74]

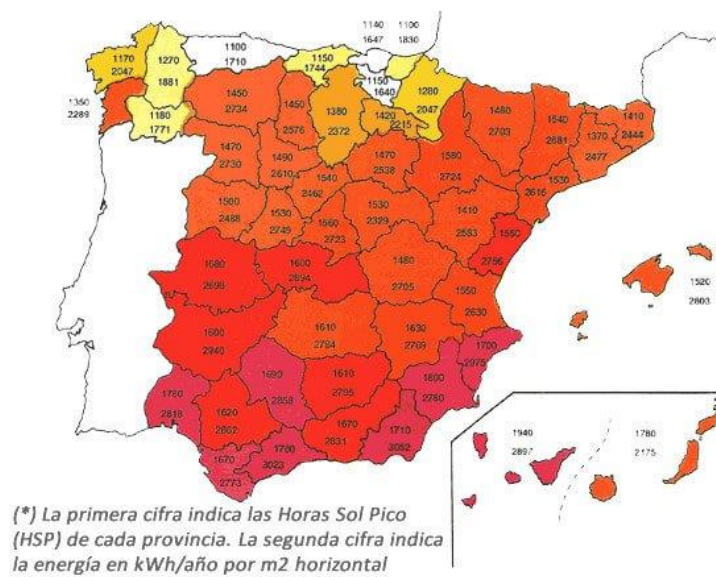
### **Terreno:**

Respecto al terreno, este tipo de instalación ha necesitado treinta hectáreas provocando así la pérdida de terreno cultivable junto con su degradación, llegando a perder en un futuro el hábitat. En este caso se han utilizado una extensión de 30.00 hectáreas para instalar una potencia de 60 MW y generar una potencia de 87500 MWh al año.

### **Nivel de dependencia**

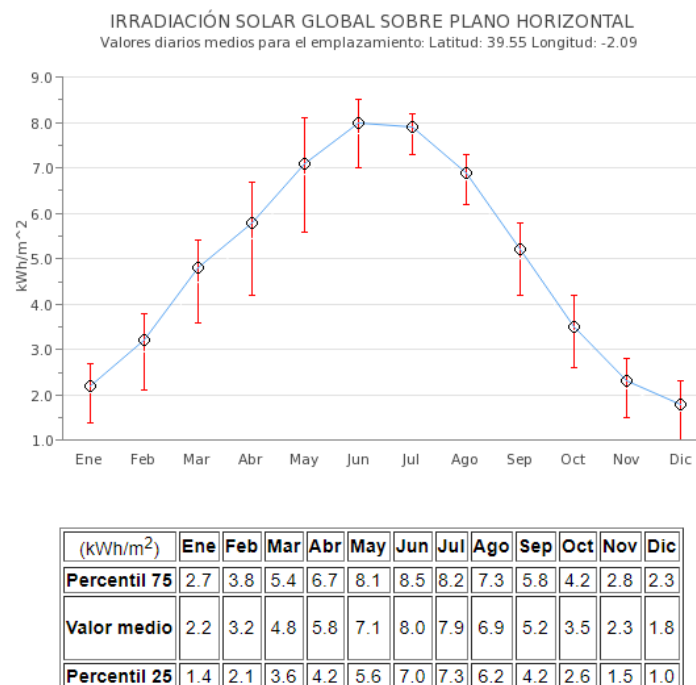
Este tipo de energía posee un nivel de dependencia exterior nulo ya que no usa ningún combustible que pueda comprarse en el mercado. Sin embargo, depende del sol. Se encuentra situado en la zona IV de radiación, una de las zonas que posee en el mayor número de horas de sol al año (véase Figura 32 y Tabla 23).

### Mapa de España en kWh/año y HSP



**Figura 32.** Mapa de las horas de sol punta en España. [82]

**Tabla 23.** HSP de España en la provincia de cuenca con su correspondiente grafico meses y kWh/m² [78]



La Tabla 23 recoge las horas de sol pico en la provincia de Olmedilla de Alarcón del año 2017. “Se define como hora solar pico HSP a la cantidad de energía solar que se recibe por metro cuadrado de superficie”. [79]

El panel utilizado en esta instalación y sus características técnicas se muestran en la Tabla 24: [80]

**Tabla 24.** Características técnicas del panel utilizado en la instalación. [80]

<b>Electrical Characteristics</b>			
<b>STC</b>	<b>STP275-20/ Wfw</b>	<b>STP270-20/ Wfw</b>	<b>STP265-20/ Wfw</b>
Maximum Power at STC (Pmax)	275 W	270 W	265 W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	31.2 V	31.1 V	31.0 V
Optimum Operating Current (Imp)	8.82 A	8.69 A	8.56 A
Open Circuit Voltage (Voc)	38.1 V	37.9 V	37.8 V
Short Circuit Current (Isc)	9.27 A	9.15 A	9.02 A
Module Efficiency	16.8%	16.5%	16.2%
Operating Module Temperature	-40 °C to +85 °C		
Maximum System Voltage	1000 V DC (IEC)		
Maximum Series Fuse Rating	20 A		
Power Tolerance	0/+5 W		

STC: Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, module temperature 25 °C, AM=1.5;  
Best in Class AAA solar simulator (IEC 60904-9) used, power measurement uncertainty is within +/- 3%

Como puede observarse, la potencia pico de la instalación es de 270 W bajo una irradiación de 1000 W/m<sup>2</sup> y una temperatura de 25°C. En la Tabla 25se observa la potencia media generada en esos meses:

Así, por ejemplo, en el mes Junio, tuvo un HSP de 8 kWh/m<sup>2</sup> con una potencia pico del panel utilizado de 270W, por tanto generó 2160 W por panel, multiplicado por el nº total de paneles dio una potencia total de 583.3 MW de potencia en todo el mes. En la Tabla 25 se calcula la potencia pico por panel y su potencia pico total procedente de todos los paneles de la instalación.

**Tabla 25.** Cálculo de potencia pico por panel y la potencial total pico de la instalación en cada mes. Elaboración propia.

Mes	Potencia por panel, W	Potencia total MW
Enero	594	160
Febrero	864	233
Marzo	1296	349
Abril	1566	422
Mayo	1917	517
Junio	2160	583
Julio	2133	575
Agosto	1863	503
Septiembre	1404	379
Octubre	945	255
Noviembre	621	167
Diciembre	486	131

Esta tecnología presenta una gran dependencia del sol y se regula en función de esta fuente inagotable, considerándolo una desventaja clara debido a su dependencia de las condiciones climatológicas, como por ejemplo nubosidad o a la estación del año como se muestra en la Tabla 25, en la que la producción de energía es menor en invierno que en verano debido a las horas de sol.

### **Eficiencia energética**

Respecto a la eficiencia energética que poseen este tipo de paneles cabe destacar que aprovechan la energía en un 97,5% el primer año y disminuyen 0,7% la potencia nominal hasta 25 años. Hasta los 40 años que puede tener como máximo la vida útil de un parque solar, el descenso de eficiencia disminuye a un ritmo mayor. [80]

### **Regulación de la demanda**

Este tipo de tecnología no es gestionable, es decir, no es capaz de adaptar su producción de energía eléctrica a la demanda necesaria ya que no puede detenerse la producción de energía eléctrica y genera de forma constante siempre que haya radiación.

## 8.2-Declaración ambiental de una fuente de generación de energía no renovable: Central térmica de Jinamar.

Para esta auditoría, se ha escogido una central térmica convencional, en concreto, la central térmica de Jinamar. Esta central térmica pertenece a la empresa Unión Eléctrica de Canarias Generación situada en Las Palmas de Gran Canaria y cuya función es la producción de energía eléctrica a través de la quema de combustibles fósiles. [83] Está formada por cinco grupos de fuelóleo, tres de ellos potabilizan el agua procedente del océano y a su vez posee tres turbinas de gas y cinco grupos diésel. [84]

Posee una potencia instalada de 385MW y produce una energía al año de 783,202 GWh de potencia. Hubo un aumento de producción con respecto al año anterior en un 1,8% debido a un aumento de la demanda eléctrica en un 2,1% en la isla. [85] Y con respecto a la inversión, el capital total para la construcción de esta central fue de alrededor de 190 millones de euros.

Esta central térmica ocupa un terreno total de 54000 m<sup>3</sup>, aunque únicamente 40000 m<sup>3</sup> se encuentran contruidos y no ha variado en el periodo 2013-2017 ya que los componentes utilizados en el proceso de producción eléctrica no han aumentado. Así pues se puede concluir que posee una densidad energética de 0,051 m<sup>2</sup>/MWh. [84].

Según datos del ETS de ingeniería de caminos, recogidos en la Tabla 26, que calcularon costes generales de este tipo de producción de energía en función del kilovatio hora producido se recogen en la siguiente tabla. [67]

**Tabla 26:** Costes de la producción de energía en una central térmica. Datos obtenidos del Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos.

Coste de:	€/kWh	€
Terreno	0.00013	99831
Emisiones	0.017	13054946
Mantenimiento	0.005	3839690
Desmantelamiento	0.0021	1612667.7
Coste Inversión (1000€/Kw)	0.0041	3148541
Coste combustible	0.011	8447307
Total	0.03940	30256717.8

A continuación se analizarán los indicadores ambientales y los criterios de evaluación ambientales que se citaron en los apartados anteriores. *“Toda la información ambiental de carácter público*

*puesta a disposición ha sido preparada por el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes, PRTR-España, Ministerio para la Transición Ecológica, con los datos validados por las autoridades competentes (CC.AA. y CC.HH.).” [86]*

## **Contaminación atmosférica**

### **Huella de carbono**

En primer lugar se analizará la huella de carbono que posee esta central térmica, que se puede observar en la Tabla 27. Cabe destacar que este tipo de centrales posee una contaminación directa e indirecta de GEI aunque, al ser más difícil de cuantificar la contaminación indirecta, únicamente nos centramos en la contaminación directa ya que es mucho mayor.

**Tabla 27:** Evolución de emisiones de CO<sub>2</sub>. Fuente: impacto ambiental elaborado por ENDESA

Emisiones directas de CO <sub>2</sub>	2013	2014	2015	2016	2017
kg/año	589.937.000	543.532.000	543.532.000	593.031.000	612.801.000
Toneladas/MWh	0,782	0,755	0,756	0,772	0.797

Durante el proceso de producción de energía eléctrica, se produce la emisión de CO<sub>2</sub>, un gas efecto invernadero, como consecuencia de la quema de combustibles fósiles. Como se observa en la Tabla 24, ha variado continuamente en los últimos cinco años. Una bajada de emisiones de 2013 a 2014 debido a la continua introducción de fuentes renovables.

Durante el año 2017, se produjo un aumento de la emisión de este gas en un 3,7% con respecto al año 2013, un incremento considerable en 5 años a pesar de todas las medidas que se están llevando a cabo para reducir estas emisiones y que según un estudio de la Consejería del Medio ambiente sitúa el territorio donde está construido, una de las zonas con mayor contaminación en canarias. [84]. Este aumento se debe a la larga temporada de sequía que recalo en España por lo que el uso de la energía hidráulica disminuyó provocando un aumento de las fuentes de generación no renovables.

### **Ciclo vida**

El ciclo de vida del combustible utilizado es el siguiente:

El fueloil procede del petróleo cuyo origen es la sedimentación de seres vivos hace millones de años produciéndose reservas de hidrocarburos. El primer paso es la exploración para ubicar esos yacimientos, extraerlos mediante la construcción de pozos y plantas, transportarlos y almacenarlos en refinerías donde son tratados para obtener combustibles y productos varados y



comercializados. Una vez quemados, se descomponen en residuos y gases contaminantes que son tratados y devueltos a la naturaleza. [87]

Por consiguiente, el proceso de producción no es el único que contamina sino también todas las actividades, que precisan energía además, que influyen en el proceso desde que nace la materia prima hasta que muere.

### **Emisiones.**

Con respecto a otras emisiones, se pueden observar en la siguiente tabla las de gases como el NO<sub>x</sub>, el SO<sub>2</sub> y partículas PM10. En las Tablas 28 y 29 se puede observar que, a medida que aumenta la producción de energía eléctrica, generan una mayor contaminación de óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre, a pesar de las medidas que se están llevando a cabo para mitigarla.

**Tabla 28.** Variación de emisiones de NO<sub>x</sub> desde el año 2013 al 2017. Fuente: PRTR España. [86]

Emisiones NO <sub>x</sub>	2013	2014	2015	2016	2017
kg/año	589.937.000	507.912.000	543.532.000	593.031.000	612.801.000
kg/MWh	0.76	0.661	0.707	0.77	0.797

**Tabla 29.** Variación de emisiones de SO<sub>x</sub> desde el año 2013 al 2017. Fuente: PRTR España. [86]

Emisiones SO <sub>x</sub>	2013	2014	2015	2016	2017
kg/año	2.670.734,2	2.812.505	1.859.965,68	1.494.179,912	1.796.584,322
kg/MWh	0.0034	0.00366	0.0024	0.00194	0.0023

Con respecto al metano, uno de gases de efecto invernadero, se han obtenido datos únicamente del 2017. Se emitieron 9484,983 kg de metano al año, suponiendo una emisión/producción eléctrica de 0,012 kg/MWh.

En la Tabla 30 se recogen la emisión de gases contaminantes emitidos por la central térmica en menor medida que los citados anteriormente.

**Tabla 30.** Emisión de gases contaminantes en el año 2017. Fuente: PRTR España. [86]

Emisiones	kg/año	kg/MWh
Arsénico	5,647	0,000064
Cadmio	1,5	0,0000171
Cromo	12,84	0,000146
Cobre	11,27	0,000128
Mercurio	1,517	0,0000173
Níquel	2179,489	0,024
HCL	9003	0,10
PM10	51181,4	0,58
Talio	1,091	0,0000124
Cobalto	196,441	0,0022
Manganeso	42,385	0,004844
Vanadio	1274,8	0,01456
HF	720,975	0,00823

### **Uso del agua**

En ciertas actividades que se realizan en la central térmica es necesario el uso de agua como por ejemplo en los circuitos de refrigeración, en la limpieza de material, equipos e instalaciones, uso higiénico y las usadas por las calderas para obtener vapor de agua.

De todas estas actividades, el proceso de refrigeración es la que mayor agua necesita y, al operar en ciclo abierto, es el vertido principal de la central que no es necesario una supervisión ni un tratamiento del vertido debido a que se utiliza en procesos de refrigeración [83]

Como el agua procede del mar, no se utiliza agua proveniente de embalses y ríos que pueden ser utilizado por ser vivos, sino que la propia central posee una planta desaladora y desmineralizada para adecuar el agua de mar al proceso de refrigeración. [83]

Como podemos observar en la Tabla 31 se ha producido un aumento de agua acorde con el aumento de producción, es decir, con el aumento de horas que las turbinas han estado funcionando. En cinco años ha aumentado la producción en un 5% y en los últimos años ha aumentado de forma progresiva debido al aumento de la demanda de la isla.

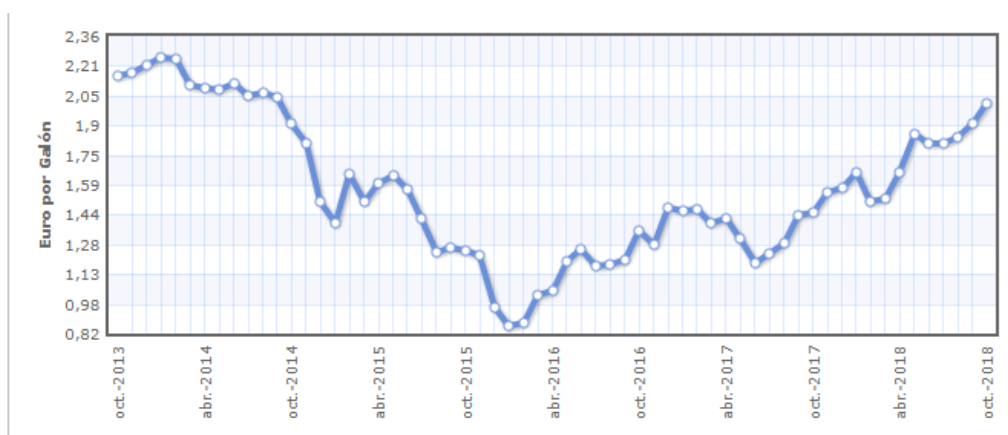
**Tabla 31.** Variación del consumo de agua desde el año 2013 al 2017. Fuente: PRTR España. [86]

Agua	2013	2014	2015	2016	2017
m <sup>3</sup>	123340	81743	110880	114749	129806
m <sup>3</sup> /MWh	0.17	0.12	0.155	0.15	0.177

### Dependencia exterior

La central térmica de Jinamar, produce energía eléctrica a través de la quema de un combustible fósil: el fuelóleo. Este combustible debe ser importado en España debido a que nuestro país no posee yacimientos para explotar y obtener dicho combustible, por lo que este tipo de centrales poseen un grado de dependencia exterior alto.

Actualmente, el precio del fueloil se encuentra a 2,01 €/galón, un precio que como puede observarse en la siguiente gráfica (véase Figura 33), a pesar de haber tenido un gran bajón en 2016, sigue aumentando hasta alcanzarse records históricos, siendo uno de los condicionantes de la subida del precio de la electricidad.



**Figura 33-** Comparativa del precio del fueloil 2013-2017[88]

Analizando los datos recogidos en la Tabla 32, en la se muestra que el consumo de combustible en el proceso de producción de electricidad, se estima que el gasto de fueloil fue de 175.575,914 toneladas en el año 2017. En ese año el precio se colocaba en 1,60 euros/galón. Realizando una pequeña conversión de toneladas a galones muestran que se consumieron 54 millones de galones asumiendo un coste de casi 86,5 millones de euros de dicho combustible.

**Tabla 32.** Consumo y costes de fueloil en el año 2017. [86]

Consumo	Año 2017
Toneladas	175.575,914
Toneladas/MWh	0.224
Millones €	86,48

A medida que aumenta la producción en dicha central, aumenta el uso de este combustible fósil incurriendo en un mayor gasto que, junto el aumento progresivo del precio del fueloil han incrementado los costes. Además esta central no posee ninguna instalación de carácter renovable por lo que toda la energía que utiliza dicha central procede de la combustión.

Además del fueloil, se utiliza otro combustible, el gasóleo, destino a la automoción, es decir, al desplazamiento de diferentes medio de transporte para realizar distintas actividades de la central. Esta cifra asciende el último año a 19.825,57 t/año por lo que, aparte del consumo y la contaminación de la propia empresa, las actividades que realiza la empresa poseen un grado de dependencia exterior debido a este tipo de combustible que debe ser importado.

Así, en 2017, según ElDiario, “las exportaciones de productos petrolíferos marcaron un máximo histórico por décimo año consecutivo al aumentar un 9,1%, hasta 25,118 millones de toneladas, con gasóleos (31,8%), gasolinas (18,27%) y fuelóleos (14,5%) como principales productos”. [89]

### **Regulación:**

Como he comentado anteriormente, este tipo de central térmica al utilizar un combustible fósil regulable es capaz de adaptarse a la demanda eléctrica.

### **Eficiencia energética:**

En este apartado se valora la eficiencia energética que posee la empresa relacionando el consumo de la misma con la producción eléctrica. Este consumo se debe al uso de equipos que intervienen en el proceso de producción de energía.

En la Tabla 33 se observan las cifras de producción de energía de la central desde el 2013 hasta el 2017 caracterizada por un aumento progresivo en los últimos cuatro años. Analizando la generación de electricidad del último año, se contempla una variación del 1,98% con respecto al año 2016, siendo un record histórico en la última década.

**Tabla 33-** Variación de producción de potencia eléctrica en los últimos 5 años [87]

Producción	2013	2014	2015	2016	2017
MWh	754112,	673091,4	718811,8	767938	783202,3

Al mismo tiempo que la central térmica produce energía eléctrica, a su vez consume parte de ella ya que, como se ha dicho citado anteriormente, carece de instalaciones de carácter renovable. A continuación se procede a mostrar en la Tabla 34 los consumos anuales de las centrales en los últimos cinco años, desde el año 2013 hasta el año 2017.

**Tabla 34-** Variación de consumo de potencia eléctrica en los últimos 5 años [87]

Consumo	2013	2014	2015	2016	2017
MWh	54501,6	45055,5	50226,7	55002,2	57547,5

Con respecto a la eficiencia energética que posee la central, el consumo de energía de la propia central se ha incrementado en un 2,57% con respecto al 2016 y con respecto a los cinco años, un 5%. [86]

**Tabla 35.** Relación entre producción y consumo para evaluar la eficiencia energía de la central [87]

MWh/MWh	0.0718	0.0677	0.069	0.0719	0.0727
---------	--------	--------	-------	--------	--------

En la Tabla 35, se relaciona el consumo de la propia central con la generación de energía con el fin de evaluar la eficiencia energética de dicha planta. El año 2017 se caracterizó por poseer una alta eficiencia, considerando 0,01 el grado máximo de eficiencia energética, aumentando casi un 3% con respecto al 2016 y un aumento de casi 4,7% en los últimos cinco años.

### **Residuos**

En todo proceso de producción de energía eléctrica a través de combustibles fósiles se generan residuos, tanto peligrosos como no peligrosos. Aunque no solo depende del proceso de producción, sino también de los servicios de limpieza de la propia planta y de todos los procesos de mantenimiento que es necesaria.

Como por ejemplo, uno de los residuos que genera este tipo de central es aceite térmico que es utilizado por motores y turbinas para lubricar y calentar o el uso de aditivos, que se utiliza para minimizar gases contaminantes en el proceso de combustión o residuos que generan directamente el proceso de producción como cenizas, escorias, lodos, filtros, productos químicos. [87]

Posteriormente, todos estos residuos deben ser tratados por lo que incurre en un alto coste e involucra otras acciones como el transporte o el uso de otro tipo de centrales que producen más residuos y emiten GEI.

En la Tabla 36 se muestra la cantidad de residuos tanto peligrosos como no peligrosos que se han producido desde el 2013 hasta el 2017 con el fin de analizar la emisión de residuos confiables perjudiciales para el medio ambiente.

**Tabla 36.** Variación de la cantidad de residuos peligrosos y no peligros generados en los años comprendidos entre el 2013 y el 2017. [86]

Tipo residuo	2013	2014	2015	2016	2017
Peligroso (t/año)	294	305	195	274	385
t/MWh	0.00039	0.00045	0.00028	0.000356	0.0005
No peligroso (t/año)	130	106,5	171	137	145
t/MWh	0.00017	0.00016	0.00024	0.00018	0.00019

En relación con el 2016, el año 2017 se caracterizó por un aumento de casi un 40% de residuos peligrosos ocasionando un mayor coste que influye en el precio de la energía, que, desde 2011, la central cuenta con un sistema integrado de gestión de residuos.

Sin embargo el coste de residuo no peligroso ha aumentado débilmente en un 4%. [87]. La generación de residuos en la central varía respecto un año a otro debido a las acciones de mantenimiento que se realizan en los equipos de dicha planta de generación.

### **Agotamiento de existencias**

El fueloil que utiliza esta central, junto a todas las centrales que utilizan el mismo combustible en España, son dependientes del petróleo, que, al no ser renovables a corto plazo, dichas existencias disminuyen año tras año.

Al igual que ha habido un aumento de producción de energía estos últimos años en la central térmica de Jinamar, se ha producido un aumento a su vez en muchas centrales térmicas de España, incrementando el consumo del fuelóleo.

Según datos de la OPEP, “el estudio realizado en 2014 estimaban que las reservas de petróleo ascendían hasta una cifra de 262 billones de litros y consumiéndolos al ritmo actual o incluso aumentalo, estas podrían durar unos 50 años.” [90]

### **Vida útil:**

Según la teoría en la que las centrales térmicas convencionales poseen una vida útil de 40 años, podemos garantizar esta cifra con la central térmica escogida. Debido a que el primer grupo de los trece que existen comenzó a producir energía en 1972 y dejó de funcionar en 2008, al igual que los grupos 2 y 3 que dejaron de funcionar en 2010 y 2012 debido a que realizaron alrededor de 22 mil horas de funcionamiento, es decir, una vida útil de 35 años.

Estos tres grupos han superado las horas de funcionamiento, todos ellos han estado en funcionamiento alrededor de 20000 horas y gracias a estos datos se puede establecer que cada grupo posee una vida útil de 35-38 años, operando eficientemente. Por esta razón la amortización de la inversión es realmente buena en cuanto al tema económico.

### **Terreno**

En cuanto a la densidad energética de la central térmica de Jinamar, que se calcula en Megavatios generados por metro cuadrado, se confirma necesita poca superficie para generar una gran cantidad de energía. Siendo su superficie de 40.000 m<sup>2</sup> que no ha variado desde su construcción y una potencia instalada de 384 MW tras su cálculo se observa que requiere menor que una fuente renovable.

### **Impacto socioeconómico**

La Tabla 37 recoge los valores límite asociados a los distintos tipos de contaminantes. Los valores límite están divididos en límites para proteger la vegetación y al ser humano junto con el límite de días que pueden estar expuestos a lo largo del año, procedentes de la Declaración Ambiental que realizó Endesa en 2018 sobre la calidad del aire en los alrededores de dicha la central térmica de Jinamar. Estos datos son comparados con los datos recogidos en la Tabla 36.

Comparando los datos recogidos en la Tabla 37 con los de la Tabla 36, se concluye que a pesar de que la población no supera los límites perjudiciales para su salud, siguen expuestos a una alta contaminación. Con lo respecta a la cantidad de partículas presente en el aire, ha habido 45 días que se han superado en el año 2017, poniendo en riesgo la salud de las personas ya que puede afectar a la zona nasal, pulmonar o bronquial.

**Tabla 37.** Valor límites anuales de la presencia de gases contaminantes en el aire medidos en g/Nm<sup>3</sup>

<b>Tipo de contaminante del aire</b>	<b>Límite para preservar la vegetación</b>	<b>Límite para proteger la salud humana</b>	<b>Veces superados al año</b>
NO <sub>x</sub>	30	40	No más de 18 días
SO <sub>2</sub>	20	125	No más de 24 días
Partículas	40	50	No más de 35 días
CO	-	10	-
O <sub>3</sub>	-	240	-

**Tabla 38.** Valores medidos anuales de gases contaminantes en el aire debido a la combustión medidos en g/Nm<sup>3</sup>

<b>Tipo de contaminante del aire</b>	<b>Valores medios para vegetación</b>	<b>Valores medios para el ser humano</b>	<b>Veces superados</b>
NO <sub>x</sub>	21	15	0
SO <sub>2</sub>	3	0	0
Partículas	32	12	45 días
CO	-	0,16	0
O <sub>3</sub>	-	60	0

Los gases emitidos por la central terminan de forma directa se mezclan con el aire local ocasionando enfermedades pulmonares. Debido al conjunto de emisiones procedentes de la quema de combustibles, provoca una incidencia en el Estado Español ya que le suponen alrededor de 30000 millones de euros en costes sanitarios. [91]

Según un estudio sobre la calidad del aire, se establece que en la isla donde se ubica dicha central respira un aire perjudicial para la salud según la Organización Mundial de la Salud (OMS) ocasionando también efectos negativos sobre la vegetación.

## **1.2 LEGISLACIÓN Y NORMATIVA DE LA CENTRAL TERMICA DE JINAMAR**

A continuación se muestra toda la legislación vigente que afecta a dicha central recogida en el siguiente apartado:

### **Marco normativo y legislación:**



- “Reglamento (CE) N° 1221/2009 (EMAS) modificado según Reglamento (EU) 2017/1505”[86]
- “Codificación según el Reglamento (CE) 166/2006 E-PRTR” (DOUE L33, 4.2.2006, pág.1)
- “Codificación en España según Ley 16/2002 de IPPC, modificada por Ley 5/2013” recogido en (BOE 140, 12.06.2013, pág. 44257)
- “ Codificación de acuerdo a la Directiva 2010/75/UE de emisiones industriales” recogido en (DOUE L334, 17.12.2010, pág. 17)
- “La principal normativa de aplicación en vigor es:
- Orden PARA/321/2017, de 7 de abril, por la que se regulan los procedimientos de determinación de emisiones de los contaminantes atmosféricos SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, partículas y CO procedentes de las grandes instalaciones de combustión, el control de los instrumentos de medida y el tratamiento y remisión de la información relativa a dichas emisiones
- Real Decreto 430/2004, de 12 de marzo, por el que se establecen nuevas normas sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de combustión, y se fijan ciertas condiciones para el control de las emisiones a la atmósfera de las refinerías de petróleo.
- Real Decreto 825/2015, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento e emisiones industriales y de desarrollo de la ley 16/2002.
- Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.
- Real decreto 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre el Reglamento de E-PRTR y de las autoridades ambientales integradas.
- Reglamento (UE) 601/2012, de la Comisión, de 21 de junio, sobre el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en aplicación a la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes de suelo y los criterios estándares para la declaración de suelos contaminados. Modificado por Orden PARA/1080/2017.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados
- Decreto 147/2007, de 24 de mayo, por el que se regula el régimen jurídico de suelos contaminados en la Comunidad Autónoma de Canarias y se crea el Inventario de Suelos Contaminados de Canarias.

- *Decreto 39/2014, de 15 de mayo, que modifica el Decreto 147/2007, de 24 de mayo, por el que se regula el régimen jurídico de los suelos contaminados de la Comunidad Autónoma de Canarias y crea el Inventario de Suelos Contaminados de Canarias”[86]*

### 8.3- ¿Es posible cambiar una central fotovoltaica por una central térmica convencional?

Anteriormente se ha analizado cada tipo de central por separado siguiendo un esquema de: potencia instalada, generación de energía GWh y evaluando los indicadores medioambientales que se han citado en apartados superiores. Ahora es momento de valorar si con la tecnología actual es posible el cambio de una central por otra comparando los costes y metodología de evaluación ambiental.

Se dará comienzo la viabilidad del cambio en el ámbito económico analizando la información recogida en las Tablas 39 y 40 acerca de los costes de producción de energía junto con el mantenimiento y el desmantelamiento del mismo una vez finalizada la vida útil de la instalación.

Así mismo, con la evaluación de los costes, se compararán los indicadores ambientales de los cuales se han explicado en apartados superiores en función del dinero como puede ser la cantidad de terreno utilizado, el gasto en residuos, el combustible que fomenta una dependencia exterior y una contaminación por la emisión de gases contaminantes...etc.

**Tabla 39.** Comparativa de costes de producción de los dos tipos de generación de energía. Elaboración propia.

	€/kWh		€/kWh	€/kWh	€/kWh	€/kWh
		€/KW				
	coste inversion	inversion	mantenimiento	Combustible	Desmantelamiento	Emision GEI
solar	0,108	7800	0,05		0,0036	0
convencional	0,0041	900 - 1000	0,005	0,011	0,0021	0,017

**Tabla 40.** Comparativa de costes de producción de los dos tipos de generación de energía. Elaboración propia.

	€/kWh	€/kWh	€/kWh	€/kWh	€/kWh
	vida util	funcionamiento	Terreno ocupado	Coste terreno	Residuos
solar	40	1800	30 y 50 km <sup>2</sup>	0,0044	0,002
convencional	40	5000 – 7000	3 y 6 km <sup>2</sup>	0,00013	0,017

Supongamos que evaluamos el cambio de la central térmica de Jinamar por un parque solar para que se obtenga la misma generación de electricidad al año, es decir, para generar 783,202 GWh de producción bruta teniendo una potencia instalada de 384 MW.

### **Coste de inversión**

El coste de inversión por parte de una central convencional es de 900-1000 €/Kw frente a un coste de 7800€/Kw de la planta solar fotovoltaica. Además junto al mantenimiento y al desmantelamiento una vez que finaliza la vida útil de la central, que en ambas es similar, incurren en un gasto mayor la energía renovable.

Como se observa en la tabla 38 el coste por kilovatio hora de una central térmica asciende a 384 millones de euros frente a 2880 millones del parque solar fotovoltaico por lo que queda reflejado que supondría un alto coste ya que la central térmica de Jinamar es una de las más importantes en el sistema canario aportando gran parte de la electricidad a la red. Además se debe observar si se dispone de la superficie necesaria para poder llevarla a cabo junto con todo el proceso de obra civil y acondicionamiento del suelo necesario.

### **Costes de mantenimiento y desmantelamiento**

Durante el proceso de generación de energía, se comete un coste de mantenimiento para ambas tecnologías. En el caso de la central térmica, posee un coste de 0,005 €/kwh frente un gasto de 0,05 €/kwh por parte de la planta solar. A raíz de esto, en el proceso de mantenimiento se incurre en un gasto de casi 40 millones de euros por kilovatio en la planta solar frente a un coste de casi cuatro millones por parte de la planta térmica.

En cuanto al desmantelamiento de la fuente de producción, se han desmantelado pocos parques solares y por tanto su coste es aproximado con una cifra de 0,0036€/kwh. Por el contrario, el coste que afronta una central térmica, que equivale a 0,004€/kwh. Como no se desea desmantelar un huerto solar, sino construirlo, se incurre en un gasto de desmantelamiento de la central térmica,

### **Terreno.**

En cuanto al terreno necesario, para una potencia de 1000 Mw la energía solar necesita entre 30-50 km<sup>2</sup> frente a un terreno ocupado de entre 3 y 6 km<sup>2</sup>. Por lo que para instalar 385 Mw de potencia en un parque solar serán necesarios alrededor de 20 km<sup>2</sup>. Actualmente la central térmica de Jinamar ocupa una extensión de 0,04 km<sup>2</sup> por lo que se necesitaría 1/5 de la isla de Las Palmas de Gran Canaria para construir el parque solar que conllevaría una gran inversión tanto en módulos solares, sistemas de balance de energía y marcos protectores .

### **Huella de carbono**

Con respecto a la huella de carbono que produce cada tecnología, si se construyese un parque solar donde se ubica la central térmica de Jinamar, se evitarían la emisión de 612801000 kg de CO<sub>2</sub> de forma directa en el proceso de producción de energía eléctrica ya que dicha tecnología renovable no emite contaminación directa.

En la emisión de otros gases contaminantes tales como el NO<sub>x</sub> o el SO<sub>x</sub> con valores de 612,8 millones de kg y 1,79 millones de kg año es obvio que la planta solar sería la elección correcta ya que de forma directa no produce ninguna emisión.

Para calcular los años que tardarían en compensarse las emisiones totales indirectas del parque solar, se lleva a cabo el uso de la siguiente fórmula, relacionando la potencia instalada de la instalación (384 MW) con las toneladas de CO<sub>2</sub> que se producen y las emisiones evitadas, que en este caso son las emisiones totales de la central térmica de Jinamar del año 2017. En nuestro caso se desea tener una potencia instalada de 384 MW y se evitarían 612801000 kg

*Potencia instalada (kW) \* Toneladas de CO<sub>2</sub> / Toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas por año = Años que tardan en compensarse las emisiones totales de la instalación.*

$$384.000KW * 2,06toneladas / (612801toneladas de CO_2/año) = 1,29 años.$$

Finalmente concluimos que todo el CO<sub>2</sub> equivalente producido en todos los procesos indirectos de generación de energía se compensarían en 1,29 años y lo que resta de la vida útil de la instalación serían los años en los que la planta solar generaría energía totalmente limpia.

### **Emisiones**

La central térmica emite gases contaminantes como CO<sub>2</sub>, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, materia particulada, halo carburos, hexafluoruros de azufre que incentivan el calentamiento global, además de agravar la salud de las personas. Aparte, incurren en unos gastos por emisiones de 0.017 €/kWh. A su vez, la planta solar, posee unos gastos de emisiones de 0,002€/ kWh. Finalmente, se puede calcular lo que se ahorra en costes anuales por emisiones, que serían alrededor de 12 millones de euros.

### **Ciclo de vida**

Las emisiones indirectas que posee una central térmica son muy bajas comparadas con las emisiones por kWh procedentes del proceso de producción de energía. Así mismo, sin contar con el proceso de generación, la contaminación que se produce por el transporte y por la obtención de

los recursos necesarios para la explotación es mucho mayor que las emisiones por kWh procedentes de los paneles solares.

### **Regulación**

En este punto se evalúa la capacidad de cada fuente de energía para adaptarse a la demanda. La central térmica es capaz de regularse en función de la demanda mientras que la planta solar, cuya fuente de energía es sol, es incapaz de regularse y es totalmente dependiente a las condiciones meteorológicas por lo que la producción estaría limitada sin poder asegurar una continua producción.

### **Consumo de agua**

En lo relacionado con el consumo de agua, a pesar de utilizarse agua de mar para los procesos de refrigeración, se siguen utilizando 129806 metros cúbicos de agua frente a lo mínimo para la limpieza de los paneles de forma directa.

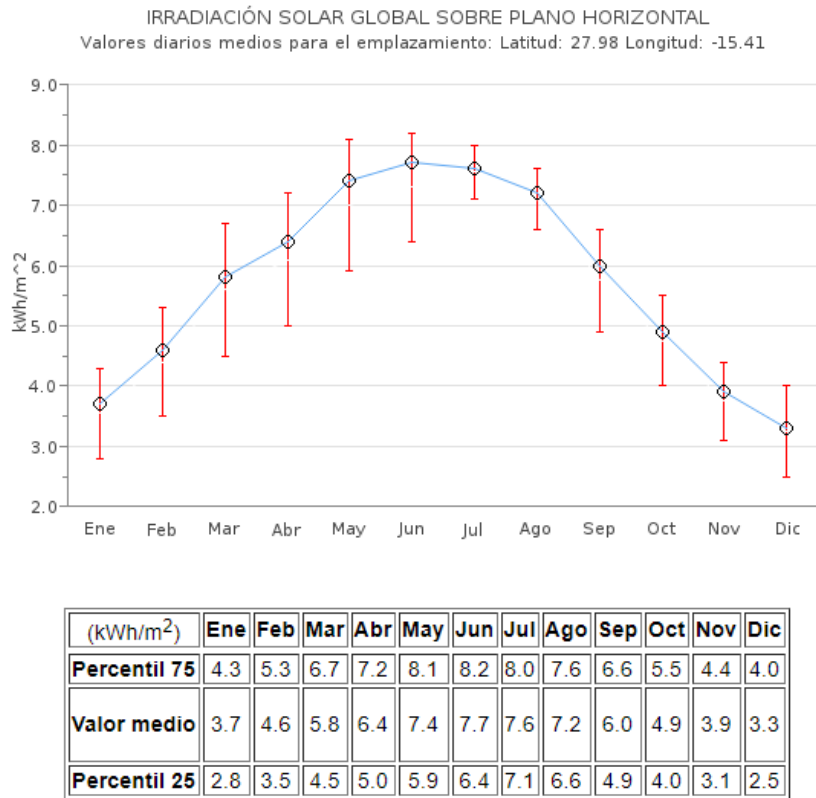
### **Dependencia con el exterior**

Respecto a la dependencia que posee cada central con el exterior sale perdiendo la central térmica ya que al depender de un combustible fósil como el fuelóleo y sus fluctuaciones precio en el mercado, como se ha visto cuando se ha analizado la central térmica, suponen un elevado coste y una dependencia a un combustible no renovable de forma instantánea ya que el ciclo de vida del petróleo, de donde procede este combustible, es un ciclo lento (de millones de años).

La central térmica utiliza fueloil para obtener energía y su coste según la Tabla 38 equivale a 0.011 €/kwh por lo que incurre en un gasto de casi nueve millones de euros y generando una dependencia exterior de la que no depende la energía solar. Hay que mencionar, además, que el fueloil varía su precio como se ha visto en la Figura 32 por lo que puede variar dicho coste, aunque actualmente está alcanzando máximos históricos.

Por otro lado, la única dependencia que posee la planta solar es el sol, que, a pesar de no poder regularse para obtener mayor potencia en caso de que se la demanda lo necesite, es una fuente renovable inagotable y el mapa de irradiación concretamente en la zona donde se ubica la central térmica de Jinámar es el siguiente:

**Tabla 41.** HSP de España en la isla de La Palma de Gran Canaria con su correspondiente grafico meses y kWh/m<sup>2</sup> [78]



De estos gráficos y tablas, Tabla 41, se obtiene que la irradiación global media es de 5.8 kWh por metro cuadrado. Tomando como potencia pico 270 Wp con un rendimiento de un 80,7% y, al estar ubicados en la zona V con 4600 horas de sol al año, se pueden obtener el número de módulos.

$$N^{\circ} \text{ paneles} = \frac{\text{Producción de energía}}{(\text{Irradiación global} \times Wp \times \text{horas de sol equivalente al año} \times 0.9)}$$

$$N^{\circ} \text{ paneles} = (783,2 \times 10^9) / (5.7 \times 270 \times 2367 \times 0.9) = 238888 \text{ módulos}$$

Para calcular la superficie de terreno que nos ocuparán los paneles consideraremos una ocupación de 1,5 por m<sup>2</sup> de superficie modular instalada.

*Espacio ocupado = N° paneles x superficie del módulo x índice de ocupación*

$$147937 \times 50 \times 1,5 * 10^{(-6)} = 11.1 \text{ km}^2$$

## **Residuos**

En comparativa con la generación de residuos tanto peligrosos como no peligrosos procedente de la central térmica de Jinamar frente a los que genera n parque solar de forma directa, sigue colocándose esta fuente de energía renovable ya que la cantidad de residuos peligrosos en la central convencional asciende a 385,25 toneladas al año y de no peligrosos a 144,55 toneladas al año que deben ser tratados posteriormente incurriendo en gasto y en un impacto medioambiental.

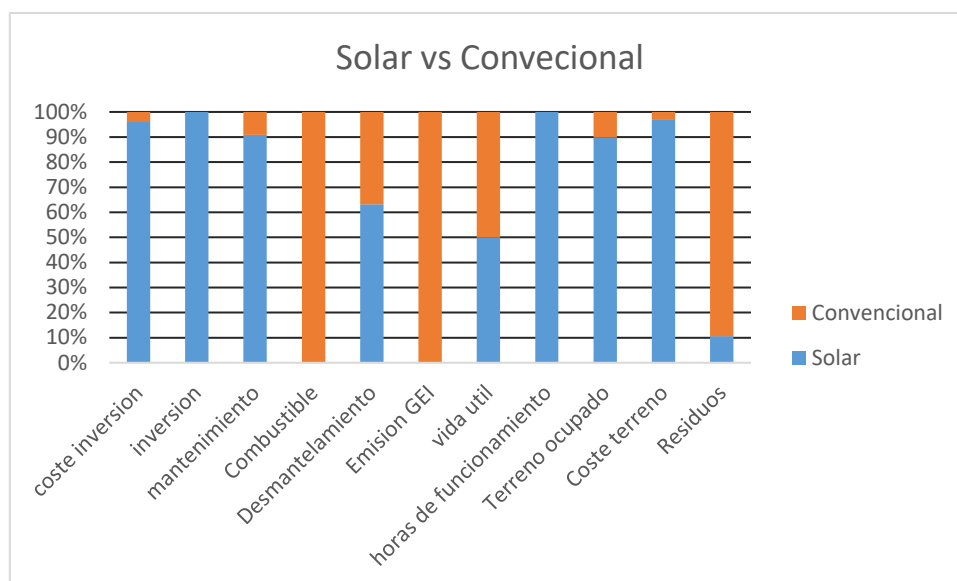
En cuanto a costes procedentes de la gestión de residuos, la energía solar acomete un gasto de 0.002€/kWh frente a 0.004€/kWh que posee la central térmica, es decir, con el cambio se reducen a la mitad los gastos de gestión de residuos.

## **Funcionamiento**

Las horas de funcionamiento de cada tecnología se limitan a comentar las horas máximas que son capaces de generar electricidad a lo largo del año. Así pues, la energía solar, teniendo una vida útil de casi 40 años, puede funcionar 1800 horas al año frente a las 6000 horas de media de funcionamiento al año que posee la energía convencional, con una vida útil parecida a la solar, permitiendo un uso regular y seguro por parte de los consumidores.

## **Comparativa ambiental**

Finalmente, se ha realizado una comparativa tanto de los indicadores ambientales como de los costes sobre ambas fuentes de producción de energía por otra, es decir, energía solar por energía térmica y cómo afectan los distintos parámetros en cada una de ellas. (Véase figura 34). Se ha utilizado un criterio propio evaluando en tanto por ciento cada indicador ambiental y coste mostrando gráficamente lo que se ha hablado a lo largo del punto.



**Figura 34.** Comparación de los indicadores ambientales de ambas tecnologías.

## **9-Conclusiones**

En este proyecto se ha analizado el Sistema Eléctrico Español desde sus orígenes hasta la actualidad en lo referente a la producción de energía eléctrica. Se han reunido todos los datos de las fuentes de producción y los puntos necesarios para llevar a cabo una auditoría ambiental para valorar como afectan al medioambiente.

Gracias a la evaluación propia de estos impactos, se observa, como cabe esperar, que la energía hidráulica, la energía del mar, la solar y la energía del viento son las más limpias en cuanto a sus emisiones, su uso eficiente del agua y su gestión de residuos, seguida de la energía solar, frente a las energías que utilizan combustibles fósiles, que, aparte de los impactos medioambientales, se le debe sumar la dependencia exterior que poseen.

A pesar de no poder regularse para adaptarse a la demanda, las energías renovables utilizan una fuente inagotable de energía, lo que permite que puedan desarrollarse sin problemas de falta de existencias en el futuro.

Así mismo, estas fuentes de energía renovables poseen una ventaja frente a muchas no renovables y es que son de carácter escalable, es decir, que puede regularse la potencia de la instalación permitiendo el autoconsumo como ocurre con la solar o fotovoltaica frente a una baja o nula escalabilidad que ofrecen la energía nuclear, la energía térmica o el ciclo combinado.

No es fácil colocar todo el peso de la producción eléctrica de España en todas las fuentes de energía renovables, ya que a pesar de ser uno de los países con más recursos naturales, como el



sol o el viento, las tecnologías sostenibles aún se están desarrollando para que en un futuro puedan ser el pilar energético del país.

Actualmente estas energías sostenibles no son capaces de afrontar la demanda energética. España no es capaz de asegurar la seguridad del suministro eléctrico mediante técnicas renovables.

Es obvio que España está viviendo una transición energética debido a los objetivos propuestos para 2020 y 2030 impuestos por la Unión Europea y por ello cada vez las empresas invierten más en este tipo de tecnología ya que se avecina un mundo totalmente renovable.

Sin embargo, este futuro renovable que nos aguarda debe mantener el proceso de descarbonización que tanto están desarrollando otros países. Para ello, lo principal sería mantener una energía puente que sirva entre las energías renovables y no renovables. Esta energía es el ciclo combinado y la cogeneración debido a su menor impacto medioambiental en términos de emisiones de gases contaminantes, residuos y usos del agua mientras se desarrollan y se implantan en su totalidad las energías sostenibles.

Se ha demostrado que en el proceso de producción de electricidad mediante una energía renovable no llega a ser limpio del todo debido a actividades indirectas tales como la fabricación de componentes, que se realizan en centrales convencionales, emitiendo gases y residuos contaminantes al medioambiente.

Sin embargo, el tiempo que tardan las energías renovables en afrontar una energía totalmente limpia es de alrededor de dos años. Por tanto, es preferible contaminar dos años asegurando treinta años de producción limpia que usar las fuentes de energía no renovables y contaminar durante la totalidad de la vida útil de dicha instalación.

El problema de la contaminación indirecta es un tema que se debe tratar pero una vez que se haya solucionado el tema de las centrales con combustibles no fósiles ya que no se puede abarcar tanto en tan poco tiempo.

Al producir energía mediante el ciclo combinado apoyada con la energía hidráulica, se mejoran las energías sostenibles como se ha citado anteriormente, sobre todo en lo que respecta al ámbito social. Como se ha comentado a lo largo del trabajo, un aumento de la población conlleva un aumento de la energía y las nuevas tecnologías deben satisfacer su demanda y asegurar su continuo suministro manteniendo la calidad de vida que actualmente disfrutaban los países desarrollados y que ha aumentado a medida la electricidad ha sido más accesible.

Aunque parece mucho, no basta sólo con aplicar políticas a las grandes empresas productoras de energía, sino que la sociedad debe concienciarse de gastar menos electricidad llevando un plan de vida de eficiencia energética tanto en el ámbito laboral como personal.

Además la introducción de las energías renovables deberá ser objeto de una reforma en el mercado eléctrico español, con repercusiones positivas para los consumidores y sus facturas de la luz y gas.

Así pues esta etapa de transición energética entre un mundo reinado por los combustibles fósiles a un mundo “limpio” y “verde” depende únicamente de nosotros, a pesar de ser un cambio lento y progresivo traerá consigo un mayor creación de empleo, una disminución de problemas de salud de la sociedad y el descenso del precio la electricidad favoreciendo a los consumidores ya que se generaría un mayor nivel de vida y aumentaría el tiempo de vida de nuestro planeta. El objetivo es concienciar a la sociedad, tanto española como mundial, y evitar estar de acuerdo con el agente Smith en *Matrix* y su famosa frase: “el ser humano es un virus en para el planeta”.

## ANEXO I

### **10- Bibliografía**

- [1] Dle.rae.es, 2019. [Online]. Available: <http://dle.rae.es/srv/fetch?id=FGD8otZ>. [Accessed: 23- Nov- 2018].
- [2] B. Azcárate and A. Mingorance Jiménez, Energías e impacto ambiental. Madrid: Sirius, p. 289.
- [3] "Energía y Sociedad - aprendeconenergia", aprendeconenergia, 2019. [Online]. Available: <http://www.aprendeconenergia.cl/energia-y-sociedad/>. [Accessed: 23- Nov- 2018].
- [4] "Historia de la Electricidad", Javierbotero.com, 2019. [Online]. Available: [http://www.javierbotero.com/Javier\\_Botero/HISTORIA\\_DE\\_LA\\_ELECTRICIDAD.html](http://www.javierbotero.com/Javier_Botero/HISTORIA_DE_LA_ELECTRICIDAD.html). [Accessed: 23- Nov- 2018].
- [5] F. Ramírez, "El uso de los materiales de bajo impacto para aminorar el deterioro ambiental", Herlobafer.blogspot.com, 2019. [Online]. Available: <http://herlobafer.blogspot.com/2017/03/el-calentamiennto-global-calentamiento.html>. [Accessed: 23- Nov- 2018].
- [6] "El legado tóxico de la revolución industrial", BBC News Mundo, 2019. [Online]. Available: [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/07/120626\\_inglaterra\\_revolucion\\_industrial\\_contaminacion\\_lp](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/07/120626_inglaterra_revolucion_industrial_contaminacion_lp). [Accessed: 2018].
- [7] M. Fernández, "Energía para un mundo menos contaminado", EL PAÍS, 2019. [Online]. Available: [https://elpais.com/economia/2016/10/07/actualidad/1475853111\\_985226.html](https://elpais.com/economia/2016/10/07/actualidad/1475853111_985226.html). [Accessed: 23- Nov- 2018].
- [8] "¿Concienciados con el medio ambiente?", eldiario.es, 2019. [Online]. Available: [https://www.eldiario.es/piedrasdepapel/Concienciados-medio-ambiente\\_6\\_598150201.html](https://www.eldiario.es/piedrasdepapel/Concienciados-medio-ambiente_6_598150201.html). [Accessed: 03- Feb- 2019].
- [9] "Contaminación del Aire", Quieroapuntos.com, 2019. [Online]. Available: [http://www.quieroapuntos.com/contaminacion-del-aire\\_10.html](http://www.quieroapuntos.com/contaminacion-del-aire_10.html). [Accessed: 23- Nov- 2018].
- [10] "Energía y Sociedad - aprendeconenergia", aprendeconenergia, 2019. [Online]. Available: <http://www.aprendeconenergia.cl/energia-y-sociedad/>. [Accessed: 24- Nov- 2018].
- [11] R. Interior, "Mirando Atrás -Premios Anuales al Mejor Comercio Barcelona Años 1907-1910", Inshop.es, 2019. [Online]. Available: [http://www.inshop.es/2011/07/mirando-atras-premios-anuales-al-mejor\\_15.html](http://www.inshop.es/2011/07/mirando-atras-premios-anuales-al-mejor_15.html). [Accessed: 24- Nov- 2018].
- [12] E. Sociedad, "1.2. Historia de la electricidad en España | Energía y Sociedad", Energiaysociedad.es, 2019. [Online]. Available:

<http://www.energiaysociedad.es/manenergia/1-2-historia-de-la-electricidad-en-espana/>.  
[Accessed: 24- Nov- 2018].

[13] «Estadísticas y Balances energéticos». Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

[14]"Blog Protegido > Acceder", Fortuluz.wordpress.com, 2019. [Online]. Available:  
<https://fortuluz.wordpress.com/2016/08/24/historia-de-la-electricidad-en-espana/>. [Accessed:  
24- Nov- 2018].

[15] Energía a Debate. (2018). Energía y desarrollo. [Online] Available at:  
<https://www.energiaadebate.com/energia-y-desarrollo/> [Accessed 23 Nov. 2018].

[16]Ree.es, 2019. [Online]. Available:  
[https://www.ree.es/sites/default/files/11\\_PUBLICACIONES/Documentos/InformesSistemaElectrico/2017/inf\\_sis\\_elec\\_ree\\_2017.pdf](https://www.ree.es/sites/default/files/11_PUBLICACIONES/Documentos/InformesSistemaElectrico/2017/inf_sis_elec_ree_2017.pdf). [Accessed: 24- Nov- 2019].

[17] Ree.es. (2018). Boletín mensual. Agosto 2018 | Red Eléctrica de España. [Online]  
Available at: <https://www.ree.es/es/estadisticas-del-sistema-electrico-espanol/boletines-mensuales/boletin-mensual-agosto-2018> [Accessed 24 Nov. 2018].

[18] EconoNuestra. (2018).Cómo es el sistema de producción de energía eléctrica en España? [online] Available at: <https://blogs.publico.es/econonuestra/2014/10/01/como-es-el-sistema-de-produccion-de-energia-electrica-en-espana/> [Accessed 24 Nov. 2018].

[19] Evwind.com. (2018). La eólica aportó el 14,5% | REVE – Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico. [online] Available at: <https://www.evwind.com/2018/09/11/la-eolica-aporto-el-145/>  
[Accessed 26 Nov. 2018].

[20] La dependencia energética de España, c. and F., A. (2018). Panorama - La dependencia energética de España, casi 20 puntos por encima de la media UE28 - Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias.. [online] Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias. Available at: <https://www.energias-renovables.com/panorama/la-dependencia-energetica-de-espana-sigue-casi-20170321> [Accessed 26 Nov. 2018].

[21] Varios.cen7dias.es. (2018). [online] Available at:  
<http://www.varios.cen7dias.es/contenido.php?boletin=109&secc=3&det=4049> [Accessed 26 Nov. 2018].

[22] Riunet.upv.es. (2018). [online] Available at:  
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/84250/2016-06-dependencia-8al.pdf?sequence=2>  
[Accessed 26 Nov. 2018].

- [23] Mincotur.gob.es. (2018). Ministerio de Industria, Comercio y Turismo - Bienvenido al Portal de Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. [online] Available at: <https://www.mincotur.gob.es/es-es/Paginas/index.aspx> [Accessed 26 Nov. 2018].
- [24] elasterisco - Opiniones y notas al margen. (2018). El carbón, como fuente de energía, tiene los años contados - elasterisco - Opiniones y notas al margen. [online] Available at: [https://www.elasterisco.es/el-carbon-tiene-los-anos-contados/#.W\\_w2FehKjDc](https://www.elasterisco.es/el-carbon-tiene-los-anos-contados/#.W_w2FehKjDc) [Accessed 26 Nov. 2018].
- [25] España, c. and F., A. (2018). Panorama - España, cada vez más dependiente energéticamente de los países árabes - Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias.. [online] Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias. Available at: <https://www.energias-renovables.com/panorama/la-dependencia-energetica-espanola-crece-brutalmente-en-20170824> [Accessed 26 Nov. 2018].
- [26] Delgado, C. (2018). La subida de importaciones dispara el déficit comercial el primer semestre. [online] EL PAÍS. Available at: [https://elpais.com/economia/2018/08/23/actualidad/1535018304\\_531810.html](https://elpais.com/economia/2018/08/23/actualidad/1535018304_531810.html) [Accessed 26 Nov. 2018].
- [27] Ces.es. (2018). [online] Available at: <http://www.ces.es/documents/10180/4509980/Inf0417.pdf> [Accessed 26 Nov. 2018].
- [28] Ree.es. (2018). Red Eléctrica de España | Series estadísticas nacionales. [online] Available at: <https://www.ree.es/es/estadisticas-del-sistema-electrico-espanol/series-estadisticas/series-estadisticas-nacionales> [Accessed 26 Nov. 2018].
- [29] Docplayer.es. (2018). La pobreza energética y sus implicaciones - PDF. [online] Available at: <https://docplayer.es/17713583-La-pobreza-energetica-y-sus-implicaciones.html> [Accessed 26 Nov. 2018].
- [30] Publico.es. (2018). Una de cada diez personas en España no puede calentar su hogar. [online] Available at: <https://www.publico.es/sociedad/pobreza-energetica-diez-personas-espana-no-calentar-hogar.html> [Accessed 26 Nov. 2018].
- [31] Jiménez, J. (2018). España es el quinto país europeo con la electricidad más cara y no hay indicios de que esto vaya a cambiar. [online] Xataka.com. Available at: <https://www.xataka.com/energia/espana-es-el-quinto-pais-de-la-ue-con-una-electricidad-mas-cara-por-delante-estan-solo-dinamarca-alemania-belgica-e-irlanda> [Accessed 26 Nov. 2018].
- [32] Cienciasambientales.org.es. (2018). Inicio. [online] Available at: <https://www.cienciasambientales.org.es/index.php/iniciope> [Accessed 26 Nov. 2018].

- [33] Elperiodicodelaenergia.com. (2018). Un 29% de los españoles realiza un sobreesfuerzo económico para tener la energía necesaria, según el informe de pobreza energética. [online] Available at: <https://elperiodicodelaenergia.com/un-29-de-la-poblacion-realiza-un-sobreesfuerzo-economico-para-tener-la-energia-necesaria-en-su-hogar-segun-el-ultimo-informe-sobre-pobreza-energetica/> [Accessed 26 Nov. 2018].
- [34] Foto, G. (2018). Emissioni Di Co2 Pagina 2 5 Minuti Per Lambiente. [online] Agescimarche.it. Available at: <https://agescimarche.it/emissioni-di-co2-pagina-2-5-minuti-per-lambiente.html> [Accessed 26 Nov. 2018].
- [35] Planelles, M. (2018). España dispara sus emisiones de gases de efecto invernadero. [online] EL PAÍS. Available at: [https://elpais.com/politica/2018/04/03/actualidad/1522751577\\_238586.html](https://elpais.com/politica/2018/04/03/actualidad/1522751577_238586.html) [Accessed 26 Nov. 2018].
- [36] sectores, L. (2018). Panorama - La urgencia de una transición energética que incluya acciones en todos los sectores - Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias.. [online] Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias. Available at: <https://www.energias-renovables.com/panorama/la-urgencia-de-una-transicion-energetica-que-20180126> [Accessed 26 Nov. 2018].
- [37] Planelles, M. (2018). España dispara sus emisiones de gases de efecto invernadero. [online] EL PAÍS. Available at: [https://elpais.com/politica/2018/04/03/actualidad/1522751577\\_238586.html](https://elpais.com/politica/2018/04/03/actualidad/1522751577_238586.html) [Accessed 26 Nov. 2018].
- [38] Eur-lex.europa.eu. (2018). [online] Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013D0377&from=EN> [Accessed 26 Nov. 2018].
- [39] Planelles, M. (2018). Diferentes rutas para lograr una energía limpia. [online] EL PAÍS. Available at: [https://elpais.com/economia/2018/04/02/actualidad/1522698723\\_912189.html](https://elpais.com/economia/2018/04/02/actualidad/1522698723_912189.html) [Accessed 26 Nov. 2018].
- [40] Cerrillo (2018). España suspende el examen sobre cumplimiento del Acuerdo de París. [online] La Vanguardia. Available at: <https://www.lavanguardia.com/natural/20171115/432901127654/espana-suspende-examen-cumplimiento-acuerdo-paris-cambio-climatico.html> [Accessed 26 Nov. 2018].
- [41] Blog.iese.edu. (2018). Coste de la electricidad kwh | Economía para todos. [online] Available at: <https://blog.iese.edu/martinezabascal/2017/01/26/electricidad-cuanto-cuesta-y-cuanto-pagamos-2/> [Accessed 27 Nov. 2018].

- [42] 2016, E. (2018). ¿Qué pasa con la energía eólica en España?. [online] ECTicias.com. Available at: <https://www.ecoticias.com/especial-renovables-2016/112731/energia-eolica-Espana> [Accessed 27 Nov. 2018].
- [43] </form>, B. and Eólica, S. (2018). La eólica en España. [online] Aeeolica.org. Available at: <https://www.aeeolica.org/sobre-la-eolica/la-eolica-espana> [Accessed 27 Nov. 2018].
- [44] Ree.es. (2018). Demanda y producción en tiempo real | Red Eléctrica de España. [online] Available at: <https://www.ree.es/es/actividades/demanda-y-produccion-en-tiempo-real> [Accessed 27 Nov. 2018].
- [45] Sectorelectricidad.com. (2018). Diferencias entre energía termosolar y fotovoltaica | Sector Electricidad | Profesionales en Ingeniería Eléctrica. [online] Available at: <http://www.sectorelectricidad.com/14190/diferencias-entre-energia-termosolar-y-fotovoltaica/> [Accessed 30 Nov. 2018].
- [46] DÍA, A. and España, P. (2018). Perspectivas positivas para la energía solar fotovoltaica en España – Prysmian Club. [online] Prysmianclub.es. Available at: <https://www.prysmianclub.es/energia-solar-fotovoltaica/> [Accessed 30 Nov. 2018].
- [47] La energía solar en España, I. (2018). ▷ La energía SOLAR en España, la reforma necesaria del mercado ✓. [online] PODO. Available at: <https://www.mipodo.com/blog/eficiencia-energetica/energia-solar-espana/> [Accessed 30 Nov. 2018].
- [48] Iea-pvps.org. (2018). [online] Available at: [http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/IEA-PVPS\\_-\\_A\\_Snapshot\\_of\\_Global\\_PV\\_-\\_1992-2016\\_\\_1\\_.pdf](http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/IEA-PVPS_-_A_Snapshot_of_Global_PV_-_1992-2016__1_.pdf) [Accessed 30 Nov. 2018].
- [49] Tsolar.com. (2018). Gráficos de interés en la generación solar fotovoltaica en España. [online] Available at: <https://www.tsolar.com/es/noticias/graficos-de-interes-en-la-generacion-solar-fotovoltaica-en-espana.html> [Accessed 30 Nov. 2018].
- [50] Csn.es. (2018). [online] Available at: <https://www.csn.es/documents/10182/927506/La+energ%C3%ADa+nuclear+%28Monograf%C3%ADa%29> [Accessed 30 Nov. 2018].
- [51] User, S. (2018). Energía Nuclear en España. [online] Foro Nuclear. Available at: <https://www.foronuclear.org/es/energia-nuclear> [Accessed 30 Nov. 2018].

- [52] Ree.es. (2018). Red Eléctrica de España | Series estadísticas nacionales. [online] Available at: <https://www.ree.es/es/estadisticas-del-sistema-electrico-espanol/series-estadisticas/series-estadisticas-nacionales> [Accessed 30 Nov. 2018].
- [53] APPA. (2018). APPA Hidráulica - APPA. [online] Available at: <https://www.appa.es/appa-hidraulica/> [Accessed 30 Nov. 2018].
- [53] Foronuclear.org. (2018). [online] Available at: <https://www.foronuclear.org/minisite/energia2017/cap.6/06.05.htm?ml=1&iframe=1> [Accessed 30 Nov. 2018].
- [54] Elperiodicodelaenergia.com. (2018). Radiografía del carbón en España: aumenta la producción un 60% y crece el empleo un 7% en 2017. [online] Available at: <https://elperiodicodelaenergia.com/radiografia-del-carbon-en-espana-aumenta-la-produccion-un-60-y-crece-el-empleo-un-7-en-2017/> [Accessed 30 Nov. 2018].
- [55] Energy News. (2018). El desplome de la hidroeléctrica y el aumento del carbón elevan emisiones de CO2. [online] Available at: <https://www.energynews.es/emisiones-de-co2-2017/> [Accessed 30 Nov. 2018].
- [56] Plantasdecogeneracion.com. (2018). Las Plantas de Cogeneración. [online] Available at: <http://www.plantasdecogeneracion.com/index.php/las-plantas-de-cogeneracion> [Accessed 30 Nov. 2018].
- [57] BOLETIN, E. (2018). La dependencia energética volvió a dispararse en 2017 por la menor producción renovable. [online] EL BOLETIN. Available at: <https://www.elboletin.com/noticia/167928/economia/la-dependencia-energetica-volvio-a-dispararse-en-2017-por-la-menor-produccion-renovable.html> [Accessed 30 Nov. 2018].
- [58] Coam.org. (2018). [online] Available at: <http://www.coam.org/media/Default%20Files/fundacion/biblioteca/donativo%20instituciones%20editoriales/2017/guia-de-la-cogeneracion.pdf> [Accessed 30 Nov. 2018].
- [59] Portillo, G., cogeneración?, 1., cogeneración, 2., cogeneración, 3., cogeneración, 4., cogeneración, 5. and cogeneración, 6. (2018). ¿Qué es la cogeneración?. [online] Renovables Verdes. Available at: <https://www.renovablesverdes.com/cogeneracion/> [Accessed 30 Nov. 2018].
- [60] Cogenspainspain.org. (2018). [online] Available at: <http://www.cogenspainspain.org/wp-content/uploads/2017/10/Presentacio%CC%81n-de-Blanca-Perea-Sesio%CC%81n-4.pdf> [Accessed 30 Nov. 2018].



- [61] Idae.es. (2018). Energías del mar. [online] Available at: <http://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/uso-electrico/energias-del-mar> [Accessed 30 Nov. 2018].
- [62] Ingredientes que Suman. (2018). Renovables: energía mareomotriz en España y proyectos de Oxfam Intermón | Ingredientes que Suman. [online] Available at: [https://blog.oxfamintermon.org/renovables-energia-mareomotriz-en-espana-y-proyectos-de-oxfam-intermon/#Energia\\_mareomotriz\\_en\\_Espana](https://blog.oxfamintermon.org/renovables-energia-mareomotriz-en-espana-y-proyectos-de-oxfam-intermon/#Energia_mareomotriz_en_Espana) [Accessed 30 Nov. 2018].
- [63] Iberdrola. (2019). Protocolo de gases de efecto invernadero (GEI) - Iberdrola. [online] Available at: <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/modelo-negocio-energetico-sostenible/protocolo-gases-efecto-invernadero> [Accessed 9 Jan. 2019].
- [64] L. T. d. Carbón, «Greenpeace,» [En línea]. Available: <https://archivos.greenpeace.org/espana/Global/espana/2015/Report/cambio-climatico/lastrampas-del-carbon.pdf>. [Último acceso: 16 1 2018].
- [63] Ewh.ieee.org. (2018). [online] Available at: <http://www.ewh.ieee.org/soc/pes/spain/sabugal1.pdf> [Accessed 30 Nov. 2018].
- [64] Álvarez, C. and Álvarez, C. (2018). El CO<sub>2</sub> generado por la energía nuclear. [online] Ecolaboratorio. Available at: <https://blogs.elpais.com/eco-lab/2011/02/el-co2-generado-por-la-energia-nuclear.html> [Accessed 30 Nov. 2018].
- [65] Foronuclear.org. (2018). [online] Available at: [http://www.foronuclear.org/pdf/222\\_Cuestiones\\_sobre\\_la\\_energia\\_2.pdf](http://www.foronuclear.org/pdf/222_Cuestiones_sobre_la_energia_2.pdf) [Accessed 30 Nov. 2018].
- [66] Blog, C. (2018). ¿De dónde viene el gas que necesitamos en España? | CNMC blog. [online] Blog.cnmc.es. Available at: <https://blog.cnmc.es/2018/08/28/de-donde-viene-el-gas-que-necesitamos-en-espana/> [Accessed 30 Nov. 2018].
- [67] Webcache.googleusercontent.com. (2018). Tema 4: costes de la energía Ingeniería Nuclear. [online] Available at: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:r1NPt9-BMLkJ:ftp://ceres.udc.es/TTS\\_Caminos/Optativas/Ingenieria\\_Nuclear/Tema\\_4/Tema%25204%2520Ingenieria%2520Nuclear%25205%2520curso%2520caminos\\_%2520Costes%2520de%2520generacion%2520de%2520energia\\_revisado%2520Samper.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=es](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:r1NPt9-BMLkJ:ftp://ceres.udc.es/TTS_Caminos/Optativas/Ingenieria_Nuclear/Tema_4/Tema%25204%2520Ingenieria%2520Nuclear%25205%2520curso%2520caminos_%2520Costes%2520de%2520generacion%2520de%2520energia_revisado%2520Samper.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=es) [Accessed 30 Nov. 2018].
- [68] Serrano, M. (2018). BALANCE ENERGÉTICO 2017 Y PERSPECTIVAS 2018. Club Español de la Energía, p. [www.unesa.com](http://www.unesa.com).

- [69] Ec.europa.eu. (2019). [online] Available at: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/es\\_neeap\\_2017\\_es.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/es_neeap_2017_es.pdf) [Accessed 9 Jan. 2019].
- [69] producto, C. and producto, C. (2018). Ciclo de vida de producto - Twenergy. [online] Twenergy.com. Available at: <https://twenergy.com/a/ciclo-de-vida-de-producto-1398> [Accessed 10 Dec. 2018].
- [69] Cuida tu dinero. (2019). Los impactos sociales, económicos y ambientales de los sistemas de energías renovables. [online] Available at: <https://www.cuidatudinero.com/13128288/los-impactos-sociales-economicos-y-ambientales-de-los-sistemas-de-energias-renovables> [Accessed 19 Jan. 2019].
- [70] [Dipalme.org. (2019). [online] Available at: [http://www.dipalme.org/Servicios/Municipios/pueblos.nsf/almacenimagenes/AlmacenImagenes000-022/\\$file/manualevitadas.pdf](http://www.dipalme.org/Servicios/Municipios/pueblos.nsf/almacenimagenes/AlmacenImagenes000-022/$file/manualevitadas.pdf) [Accessed 20 Jan. 2019].
- [70] Ree.es. (2019). Huella de carbono | Red Eléctrica de España. [online] Available at: <https://www.ree.es/es/sostenibilidad/descarbonizacion-de-la-economia/huella-de-carbono> [Accessed 9 Jan. 2019].
- [70] Nobesol.com. (2018). NOBESOL - Solar plant. [online] Available at: <http://www.nobesol.com/?seccion=4&subseccion=2&contenido=40> [Accessed 10 Dec. 2018].
- [71] GStriatum - Conectados con la Energía Renovable. (2018). Cuánto Contamina un Panel Solar. [online] Available at: <http://www.gstriatum.com/energiasolar/blog/2015/05/05/cuanto-contamina-un-panel-solar/> [Accessed 10 Dec. 2018].
- [72] Autosolar.es. (2018). Mantenimiento básico e los paneles solares. [online] Available at: <https://autosolar.es/blog/aspectos-tecnicos/que-mantenimiento-requiere-un-panel-solar> [Accessed 10 Dec. 2018].
- [73] Biblioteca.org.ar. (2018). [online] Available at: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/211379.pdf> [Accessed 10 Dec. 2018].
- [73.1] Soitu.es. (2019). Un pueblo de Cuenca de 150 vecinos con 270.000 placas fotovoltaicas | soitu.es. [online] Available at: [http://www.soitu.es/soitu/2009/06/02/medioambiente/1243938326\\_268516.html](http://www.soitu.es/soitu/2009/06/02/medioambiente/1243938326_268516.html) [Accessed 20 Jan. 2019].
- [74] R. Laleman, J. Albrecht, and J. Dewulf, "Life Cycle Analysis to estimate the environmental impact of residential photovoltaic systems in regions with a low solar irradiation," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, pp. 267-281, 2011.

- [74] Labri.fr. (2018). [online] Available at: [http://www.labri.fr/perso/billaud/Helios2/resources/es15/Chapter\\_15\\_ES.pdf](http://www.labri.fr/perso/billaud/Helios2/resources/es15/Chapter_15_ES.pdf) [Accessed 10 Dec. 2018].
- [75] Aulaglobal.uc3m.es. (2019). adAS | Servicio de Single Sign-On. [online] Available at: [https://aulaglobal.uc3m.es/pluginfile.php/2707908/mod\\_resource/content/0/Tema%204%20Energia\\_Solar\\_fotovoltaica.pdf](https://aulaglobal.uc3m.es/pluginfile.php/2707908/mod_resource/content/0/Tema%204%20Energia_Solar_fotovoltaica.pdf) [Accessed 17 Jan. 2019].
- [76] - Scribd. (2019). 6. Emisiones de CO2 en la producción de paneles fotovoltaicos. [online] Available at: <https://es.scribd.com/document/38737728/6-Emisiones-de-CO2-en-la-produccion-de-paneles-fotovoltaicos> [Accessed 17 Jan. 2019].
- [77] Biblioteca.unirioja.es. (2019). [online] Available at: [https://biblioteca.unirioja.es/tfe\\_e/R000001649.pdf](https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/R000001649.pdf) [Accessed 17 Jan. 2019].
- [78] Adrase.com. (2019). ADRASE: DATOS MENSUALES. [online] Available at: [http://www.adrase.com/adrasemaps/php/monthly\\_popup.php?lat=39.61&lon=-2.11&var\\_tipe=0](http://www.adrase.com/adrasemaps/php/monthly_popup.php?lat=39.61&lon=-2.11&var_tipe=0) [Accessed 17 Jan. 2019].
- [79] Efimarket. (2019). ¿Qué es la Hora Solar Pico (HSP), para qué sirve y cómo calcularlo? - Efimarket. [online] Available at: <https://www.efimarket.com/blog/la-hora-solar-pico-hsp-sirve-calcularlo/> [Accessed 17 Jan. 2019].
- [80] Es.krannich-solar.com. (2019). [online] Available at: [https://es.krannich-solar.com/fileadmin/content/data\\_sheets/solar\\_modules/spain/ft\\_sm\\_stp\\_265-275p\\_60\\_stpxxx-20-wfw\\_1650x992x35\\_1000\\_en.pdf](https://es.krannich-solar.com/fileadmin/content/data_sheets/solar_modules/spain/ft_sm_stp_265-275p_60_stpxxx-20-wfw_1650x992x35_1000_en.pdf) [Accessed 17 Jan. 2019].
- [81] Solar-energia.net. (2019). Definición de equilibrio del sistema (BOS). [online] Available at: <https://solar-energia.net/definiciones/equilibrio-del-sistema.html> [Accessed 17 Jan. 2019].
- [82] ▷SunFields: Venta Paneles Solares, Inversores y Equipos Fotovoltaicos. (2019). Energía Fotovoltaica: Radiación, Geometría, Recorrido, Irradiancia y HSP. [online] Available at: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/energia-fotovoltaica-radiacion-geometria-recorrido-optico-irradiancia-y-hsp/> [Accessed 17 Jan. 2019].
- [83] Gobiernodecanarias.org, 2019. [Online]. Available: [http://www.gobiernodecanarias.org/medioambiente/sostenibilidad/servlet/ViewDocuManEMAS?id\\_doc=48](http://www.gobiernodecanarias.org/medioambiente/sostenibilidad/servlet/ViewDocuManEMAS?id_doc=48). [Accessed: 18- Jan- 2019].

- [84] "Información pública - Informe detallado CENTRAL TÉRMICA DE JINÁMAR | PRTR España", Prtr-es.es, 2019. [Online]. Available: [http://www.prtr-es.es/informes/fichacomplejo.aspx?id\\_complejo=1796](http://www.prtr-es.es/informes/fichacomplejo.aspx?id_complejo=1796). [Accessed: 18- Jan- 2019].
- [85] [4]"Las centrales térmicas de Jinámar y Tirajana produjeron en 2017 un 1,6% más de electricidad", Teldeactualidad.com, 2019. [Online]. Available: <https://www.teldeactualidad.com/hemeroteca/noticia/economia/2018/01/17/4920.html>. [Accessed: 18- Jan- 2019].
- [86] [6]"Información pública - Informe detallado CENTRAL TÉRMICA DE JINÁMAR | PRTR España", Prtr-es.es, 2019. [Online]. Available: [http://prtr-es.es/Informes/fichacomplejo.aspx?Id\\_Complejo=1796](http://prtr-es.es/Informes/fichacomplejo.aspx?Id_Complejo=1796). [Accessed: 18- Jan- 2019].
- [87] Repsol (2019). El ciclo del petróleo. [online] Es.slideshare.net. Available at: <https://es.slideshare.net/repsol/el-ciclo-del-petroleo> [Accessed 19 Jan. 2019].
- [88] Indexmundi.com. (2019). Fueloil - Precio Mensual (Euro por Galón) - Precios de Materias Primas. [online] Available at: <https://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=fueloil&meses=60&moneda=eur> [Accessed 19 Jan. 2019].
- [89] eldiario.es. (2019). España batió en 2017 su récord de importaciones de petróleo por tercer año consecutivo. [online] Available at: [https://www.eldiario.es/economia/Espana-record-importaciones-petroleo-consecutivo\\_0\\_739826946.html](https://www.eldiario.es/economia/Espana-record-importaciones-petroleo-consecutivo_0_739826946.html) [Accessed 19 Jan. 2019].
- [90] Es.calcuworld.com. (2019). ¿Cuánto petróleo queda en el mundo?. [online] Available at: <https://es.calcuworld.com/cuantos/cuanto-petroleo-queda-en-el-mundo/> [Accessed 19 Jan. 2019].
- [91] TV, C. (2019). Canal 4 TV - Un informe sobre la calidad del aire alerta de los índices de contaminación en Jinámar y Telde. [online] Canal4tvtelde.es. Available at: <https://canal4tvtelde.es/noticias/11829-un-informe-sobre-la-calidad-del-aire-alerta-de-los-indices-de-contaminacion-en-jinamar-y-telde> [Accessed 19 Jan. 2019].
- [92] Sites.google.com. (2019). *España - Marco Normativo Ambiental*. [online] Available at: <https://sites.google.com/site/marconormativoambiental/espana> [Accessed 18 Feb. 2019].
- [93] Miteco.gob.es. (2019). *Legislación de Evaluación Ambiental*. [online] Available at: [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/participacion-publica/normativa\\_eval\\_amb.aspx](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/participacion-publica/normativa_eval_amb.aspx) [Accessed 18 Feb. 2019].

## ANEXO II

### **11- Legislación y jurisprudencia**

*“Aguas*

- *Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino (BOE nº 317 de 30/12/2010).*
- *Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre, por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro (BOE nº 313 de 29/12/2009).*
- *Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas (BOE nº 176 del 24/07/2001), posteriormente modificado por el Real Decreto Ley 4/2007, de 13 de abril (BOE nº 90 de 14/04/2007).*
- *Real Decreto 258/1989, de 10 de marzo, por el que se establece la normativa general sobre vertidos de sustancias peligrosas desde tierra al mar (BOE nº 66 de 16/03/1989).*
- *Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas (BOE nº 181 de 29/07/1988).*

### ***Biodiversidad***

- *Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (BOE nº 299 de 14/12/2007)*

### ***Áreas Protegidas***

- *Real Decreto 1803/1999, de 26 noviembre, por el que se aprueba el Plan Director de la Red de Parques Nacionales (BOE nº 297 de 13/12/1999).*
- *Real Decreto 1421/2006, de 1 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres (BOE nº 288 de 02/12/2006).*
- *Real Decreto 439/1990, de 30 de marzo, por el que se regula el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (BOE nº 82 de 05/04/1990).*
- *Orden ARM/2444/2008, de 12 de agosto, por la que se aprueba el Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación en cumplimiento de la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (BOE nº 200 de 19/08/2008).*

### ***Cambio climático y renovable***

- *Ley 13/2010, de 5 de julio, por la que se modifica la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, para*

*perfeccionar y ampliar al régimen general de comercio de derechos de emisión e incluir la aviación en el mismo (BOE nº 163 de 06/07/2010).*

*- Ley 40/2010, de 29 de diciembre, de almacenamiento geológico de CO2 (BOE nº 317 de 30/12/2010)*

*- Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial (BOE nº 283 de 23/11/2010).*

*- Orden ITC/3366/2010, de 29 de diciembre, por la que se establece la metodología de cálculo del coste unitario de los derechos de emisión de CO2 asignados a las centrales de generación eléctrica obligadas a participar en el proceso de resolución de restricciones por garantía de suministro a efectos de la liquidación provisional y definitiva de dichas centrales cuando son incluidas en el plan de funcionamiento semanal (BOE nº 317 de 30/12/2010).*

*- Real Decreto 1614/2010, de 7 de diciembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica a partir de tecnologías solar termoeléctrica y eólica (BOE nº 298, de 08/12/2010).*

*- Real Decreto 1031/2007, de 20 de julio, por el que se desarrolla el marco de participación en los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto (BOE nº 174 de 21/07/2007).*

*- Real Decreto 1370/2006, de 24 de noviembre, por el que se aprueba el Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión de gases de efecto invernadero 2008-2012 (BOE nº 282 de 25/11/2006).*

*- Modificado por el Real Decreto 1030/2007, de 20 de julio (BOE nº 174 de 21/07/2007), modificado, a su vez, por el Real Decreto 1402/2007, de 29 de octubre (B.O.E. nº 260 de 30/10/2007).*

*- La Orden PRE/3420/2007, de 14 de noviembre, publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba la asignación individual de derechos de emisión de gases de efecto invernadero a las instalaciones incluidas en el Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión de Gases de Efecto Invernadero, 2008-2012.( B.O.E. 284 de 27/11/ 2007).*

*- La Orden PRE/2827/2009, de 19 de octubre, modifica las cuantías de las asignaciones sectoriales establecidas en el Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión de Gases de Efecto Invernadero, 2008-2012, aprobado por el Real Decreto 1370/2006, de 24 de noviembre (BOE nº 256 de 23/10/2009).*

*- Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (BOE nº 59 de 10/03/2005).*

*Transpone la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003, a fin de establecer un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.*

- *Real Decreto Ley 5/2004, de 27 de agosto, por el que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (BOE nº 208 de 28/08/2004).*
- *Real Decreto 1315/2005, de 4 de noviembre, por el que se establecen las bases de los sistemas de seguimiento y verificación de emisiones de gases de efecto invernadero en las instalaciones incluidas en el ámbito de aplicación de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (BOE nº 268 de 09/11/2005).*
- *Real Decreto 1264/2005, de 21 de octubre, por el que se regula la organización y funcionamiento del Registro nacional de derechos de emisión (BOE nº 253 de 22/10/2005).*
- *Instrumento de Ratificación del Protocolo de Kioto al Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, hecho en Kyoto el 11 de diciembre de 1997 (BOE nº 33 de 08/02/2005).*
- *Real Decreto Ley 5/2004, de 27 de agosto, por el que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (BOE nº 27/08/2004).*
- *Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.*

### ***Campos Electromagnéticos***

- *Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.*

### ***Contaminación del aire - atmósfera***

- *Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación. (BOE nº 25 de 29/01/2011).*
- *Resolución de 14 de enero de 2008, de la Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y el Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo de 7 de diciembre de 2007, del Consejo de Ministros, por el que se aprueba el II Programa Nacional de Reducción de Emisiones, conforme a la Directiva 2001/81/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2001, sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos (BOE nº 25 de 20/01/2008).*



- *Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera (BOE nº 275 de 16/11/2007).*

- *La Ley está sujeta a desarrollo reglamentario, y mientras tanto continua vigente el Decreto 833/ 1975, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la Ley 38/1972, de Protección del Ambiente Atmosférico (BOE nº 96 de 22/04/1975), que fija los niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera de las principales actividades industriales potencialmente contaminadoras y establece sus condiciones de funcionamiento.*

*En cuanto a las emisiones, se califican como actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera las incluidas en el Catálogo que aparece en el Anexo IV de la Ley 34/2007.*

- *Real Decreto 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas (BOE nº 96 de 21/04/2007).*

- *Real Decreto 430/2004, de 12 de marzo, por el que se establecen nuevas normas sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión, y se fijan ciertas condiciones para el control de las emisiones a la atmósfera de las refinerías de petróleo (BOE nº 69 de 20/03/ 2004).*

- *Resolución de 11 de septiembre de 2003, de la Secretaría General de Medio Ambiente, por la que se dispone la publicación del Acuerdo de 25 de julio de 2003, del Consejo de Ministros, por el que se aprueba el Programa nacional de reducción progresiva de emisiones nacionales de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), compuestos orgánicos volátiles (COV) y amoníaco (NH<sub>3</sub>) (BOE nº 228 de 23/09/2003).*

- *Real Decreto 1073/2002, de 18 de octubre, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono (BOE nº 260 de 30/10/2002).*

- *Orden de 8 de mayo de 1998 por la que se deroga la limitación del contenido de azufre del carbón importado para centrales térmicas (BOE nº 118 de 18/05/1998).*

- *Real Decreto 1800/1995, de 3 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 646/91 de 22 de abril, por el que se establecen nuevas normas sobre limitación a las emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión y se fijan las condiciones para el control de los límites de emisión de SO<sub>2</sub> en la actividad del refino de petróleo (BOE nº 293 de 08/12/1995).*

- *Orden de 25 de junio de 1984, sobre instalación en Centrales Térmicas de equipos de medida y registro de la emisión de contaminación a la atmósfera (BOE nº 159 de 04/07/1984).*

- Orden de 18 de octubre de 1976, sobre Prevención y Corrección de la Contaminación Industrial de la Atmósfera (BOE nº 290 de 03/12/1976).

*Establece disposiciones complementarias al Decreto 833/1975:*

- Fija las normas de toma de muestras de los efluentes gaseosos que se vierten a la atmósfera.
- Establece las instrucciones de cálculo de altura de chimenea para conseguir una adecuada dispersión de las emisiones de contaminantes.
- Desarrolla los aspectos relacionados con el autocontrol de las emisiones de contaminantes por parte de las propias industrias y establece el régimen de inspección de estas emisiones.

#### ***Instrumentos e incentivos económicos y tributarios ambientales, obligación (o NO) de seguro ambiental***

- RESOLUCIÓN de 25 de marzo de 2002, del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, por la que se aprueban normas para el reconocimiento, valoración e información de los aspectos medioambientales en las cuentas anuales (BOE nº 8º de 04.04.2002).
- Real Decreto 283/2001, de 16 de marzo, por el que se modifican determinados artículos del Reglamento del Impuesto sobre Sociedades en materia de deducción por inversiones destinadas a la protección del medio ambiente (BOE nº 66 de 17/03/2001).

#### ***Licenciamiento y autorizaciones ambientales***

- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del -texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero (BOE nº 73 de 25/03/2010).
- Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación (BOE nº 157 de 02/07/2002).

#### ***Participación ciudadana***

- Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de Medio Ambiente (incorpora las Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE) (BOE nº 171 de 19/07/2006).

#### ***Residuos***

- *RESOLUCIÓN de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015 (BOE nº 49 de 26/02/2009).*
- *Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE nº 38 de 13/02/2008).*
- *Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos (BOE nº 37 de 12/02/2008).*
- *Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados (BOE nº 132 de 03/06/2006).*
- *Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos (BOE nº 49 de 26/02/2005).*
- *Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases (BOE nº 104 de 01/05/1998).*
- *Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos (BOE nº 96 de 22/04/1998).*
- *El Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, introduciendo un nuevo criterio para la consideración de los residuos como peligrosos y la sustitución de las tablas mediante las que se identifican y codifican los residuos peligrosos.*
- *Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases (BOE nº 99 de 25/04/1997).*
- *Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos (BOE nº 182 de 30/07/1988)*

### ***Ruido ambiental***

- *Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas (BOE nº 254 de 23/10/2007).*
- *Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental (BOE nº 301 de 17/12/2005).*
- *Ley 37/2003, del Ruido (BOE nº 276 de 18/11/2003).*

### ***Sanciones y delitos ambientales***

- *Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (BOE nº 255 de 24/10/2007).*
- *El Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre, aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007.*

### **Suelos**

- *Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley 8/2007, de 28 de mayo, del Suelo (BOE nº 154 de 26/06/2008).*
- *Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados (BOE nº 15 de 18/01/2005).*
- *Resolución de 28 de abril de 1995, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Vivienda, por la que se dispone la publicación del acuerdo del Consejo de Ministros de 17 de febrero de 1.995, por el que se aprueba el Plan Nacional de Recuperación de Suelos Contaminados (BOE nº 114 de 13/05/1995).*

### **Sustancias químicas**

- *LEY 8/2010, de 31 de marzo, por la que se establece el régimen sancionador previsto en los Reglamentos (CE) relativos al registro, a la evaluación, a la autorización y a la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH) y sobre la clasificación, el etiquetado y el envasado de sustancias y mezclas (CLP), que lo modifica (BOE nº 79 de 01/04/2010).*
- *Real Decreto 228/2006, de 24 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1378/1999, de 27 de agosto, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los policlorobifenilos, policloroterfenilos y aparatos que los contengan (BOE nº 48 de 25/02/2006).*
- *Real Decreto 1378/1999, de 27 de agosto, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los policlorobifenilos, policloroterfenilos y aparatos que los contengan (BOE nº 206 de 28/08/1999).*
- *Modificado por el Real Decreto 228/2006, de 24 de febrero.*

### **Uso racional de energía (contaminación lumínica, eficiencia energética, otros)**

- *Ley 19/2009, de 23 de noviembre, de medidas de fomento y agilización procesal del alquiler y de la eficiencia energética de los edificios (BOE nº 283 de 24/11/2009).*

- *Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07 (BOE nº 279 de 19/11/2008).*
- *Resolución de 14 de mayo de 2008, de la Secretaría General de Energía, por la que se aprueba la Guía Técnica para la medida y determinación del calor útil, de la electricidad y del ahorro de energía primaria de cogeneración de alta eficiencia (BOE nº 152 de 24/06/2008).*

### ***Medio Ambiente general***

- *Real Decreto 85/1996, de 26 de enero, por el que se establecen normas para la aplicación del Reglamento (CEE) 1836/93, del Consejo, de 29 de junio, por el que se permite que las empresas del sector industrial se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditoria medioambientales (EMAS) (BOE nº 45 de 21/02/1996).*
- *Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (BOE nº 292 de 07/12/1961).”[92]*

### **Normativa de Evaluación Ambiental.**

- *“Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental*
- *Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente (Disposición derogada).*
- *Texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero (Disposición derogada)*
- *Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental. (Disposición derogada)*
- *Directivas Europeas*
- *Directiva 2014/52/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de abril de 2014 por la que se modifica la Directiva 2011/92/UE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.*
- *Directiva 2011/92/UE del Parlamento y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente*
- *Directiva 2001/42/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación ambiental de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.*
- *Convenios Internacionales firmados y/o ratificados por el Reino de España y Protocolos de Actuación*

- *Convenio sobre evaluación del impacto en el medio ambiente en un contexto transfronterizo, hecho en Espoo, en 1991.*
- *Protocolo sobre Evaluación Estratégica del Medio Ambiente de la Convención sobre la Evaluación del Impacto Ambiental en un Contexto Transfronterizo, firmado en Kiev en 2003.*
- *Protocolo de Actuación entre el Gobierno del Reino de España y el Gobierno de la República Portuguesa de aplicación en las Evaluaciones Ambientales de Planes, Programas y Proyectos con efectos transfronterizos, de 2008.* "[93]

## **“LEGISLACIÓN Y NORMATIVA DE PLANTAS FOTOVOLTAICAS EN ESPAÑA Y EUROPA**

### **UNIÓN EUROPEA**

*-Directiva 2001/42/CE, relativa a la evaluación de efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente (“Directiva sobre evaluación ambiental estratégica”)*

*-Directiva 2004/35/CE, sobre la responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales.*

*-Directiva 2006/21/CE, sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas y por la que se modifica la Directiva 2004/35/CE.*

*-Directiva 2009/147/CE, relativa a la conservación de las aves silvestres.*

*-Directiva 2011/92/UE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente (texto codificado que refunde en un único texto legal las Directivas 85/337/CEE, 97/11/CE, 2003/35/CE y 2009/31/EC) 5*

### **ESPAÑA**

*- Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente.*

*- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, (deroga las disposiciones de igual o inferior rango que se opongan a esta ley). - Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.*

*-Decreto 299/2003 de 4 de noviembre, por el que se regula el procedimiento de reconocimiento de la Condición de Instalación de Producción de Energía Eléctrica en Régimen Especial y la creación del Registro Autonómico de las Instalaciones acogidas a dicho régimen.(BOCM 158)*

*-RD 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661 /2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.*

*-Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010*

*-Ley 54/1997, del Sector Eléctrico, de 27 de noviembre.*

*-RD 661/2007, de 25 de mayo.*

*-RD 1663/2000, de 29 de septiembre.*

*-RD 1955/2000, de 1 de diciembre.*

*-RD 842/2002, de 2 de agosto. Reglamento de Baja Tensión.” [93]*